ПОСОБИЕ ПРОШЛО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ ФГБНУ ФИПИ ШКОЛЕ

ПРОЕКТ С УЧАСТИЕМ РАЗРАБОТЧИКОВ КИМ ЕГЭ

# ЕГЭ 2023

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

# ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ М. Ю. ДЕМИДОВОЙ

30 ВАРИАНТОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Онлайн поддержка

ПОСОБИЕ ПРОШЛО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ ФГБНУ ФИПИ ШКОЛЕ

ПРОЕКТ С УЧАСТИЕМ РАЗРАБОТЧИКОВ КИМ ЕГЭ

2023

# ЕГЭ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

# ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ М. Ю. ДЕМИДОВОЙ




ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
Москва
2023

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

УДК 373.167.1:53
ББК 22.3я721
Е31

**Пособие прошло научно-методическую оценку ФГБНУ «ФИПИ»**

Авторы-составители:
М. Ю. Демидова, В. А. Грибов, А. И. Гиголо

Под редакцией М. Ю. Демидовой,
руководителя комиссии по разработке КИМ, используемых при проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного общего и среднего общего образования по физике

Е31 **ЕГЭ.** Физика : типовые экзаменационные варианты : 30 вариантов / под ред. М. Ю. Демидовой. — Москва : Издательство «Национальное образование», 2023. — 400 с. — (ЕГЭ. ФИПИ — школе).

ISBN 978-5-4454-1657-9.

Серия подготовлена разработчиками контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена.

В сборнике представлены:

- 30 типовых экзаменационных вариантов, составленных в соответствии с проектом демоверсии КИМ ЕГЭ по физике **2023** года;
- инструкция по выполнению экзаменационной работы;
- ответы ко всем заданиям;
- критерии оценивания.

Выполнение заданий типовых экзаменационных вариантов предоставляет обучающимся возможность самостоятельно подготовиться к государственной итоговой аттестации в форме ЕГЭ, а также объективно оценить уровень своей подготовки к экзамену.

Учителя могут использовать типовые экзаменационные варианты для организации контроля результатов освоения школьниками образовательных программ среднего общего образования и интенсивной подготовки обучающихся к ЕГЭ.

**УДК 373.167.1:53**
**ББК 22.3я721**

ISBN 978-5-4454-1657-9

© ООО «Издательство «Национальное образование», 2023

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Содержание


Введение . . . . . 4
Карта индивидуальных достижений обучающегося. . . . . 6
Инструкция по выполнению работы . . . . . 8
Типовые бланки ответов ЕГЭ . . . . . 9
Справочные данные. . . . . 11
Вариант 1. . . . . 13
Вариант 2. . . . . 22
Вариант 3. . . . . 31
Вариант 4. . . . . 40
Вариант 5. . . . . 49
Вариант 6. . . . . 59
Вариант 7. . . . . 69
Вариант 8. . . . . 77
Вариант 9. . . . . 85
Вариант 10 . . . . . 94
Вариант 11 . . . . . 103
Вариант 12 . . . . . 112
Вариант 13 . . . . . 121
Вариант 14 . . . . . 130
Вариант 15 . . . . . 139
Вариант 16 . . . . . 148
Вариант 17 . . . . . 157
Вариант 18 . . . . . 166
Вариант 19 . . . . . 175
Вариант 20 . . . . . 184
Вариант 21 . . . . . 193
Вариант 22 . . . . . 201
Вариант 23 . . . . . 210
Вариант 24 . . . . . 218
Вариант 25 . . . . . 227
Вариант 26 . . . . . 237
Вариант 27 . . . . . 247
Вариант 28 . . . . . 257
Вариант 29 . . . . . 267
Вариант 30 . . . . . 276
Ответы и критерии оценивания . . . . . 285



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается



ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Введение

Предлагаемый сборник содержит 30 типовых экзаменационных вариантов для систематического повторения обучающимися учебного материала по физике и подготовки к единому государственному экзамену (ЕГЭ).

Справочные данные, которые необходимы для решения всех вариантов, даются в начале сборника.

После выполнения вариантов правильность своих ответов обучающийся может проверить, воспользовавшись таблицей ответов в конце книги. Для заданий, требующих развёрнутого ответа, приводятся подробные решения.

В книге приведены типовые бланки ответов ЕГЭ, а также дана карта индивидуальных достижений обучающегося, которую можно использовать для отслеживания динамики результативности выполнения заданий типовых экзаменационных вариантов.

Выполняя задания представленных вариантов, *обучающийся получает возможность эффективно повторить учебный материал всех тем курса и самостоятельно подготовиться к экзамену.*

*Учителям* книга будет полезна *для организации различных форм подготовки к ЕГЭ, а также для контроля знаний на уроках физики.*

## Назначение и структура типовых вариантов

Типовые экзаменационные варианты по структуре и форме полностью соответствуют вариантам контрольных измерительных материалов единого государственного экзамена по физике. Экзаменационная работа включает в себя задания, проверяющие овладение всеми основными предметными результатами и освоение элементов содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагаются задания трёх уровней сложности.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 2 частей и включает в себя 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом. Из них 11 заданий с записью ответа в виде числа или двух чисел, 12 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр.

Задания 1–19 группируются исходя из тематической принадлежности: механика — 6 заданий, молекулярная физика — 5 заданий, электродинамика — 6 заданий, квантовая физика — 2 задания. Эти задания проверяют освоение понятийного аппарата школьного курса физики. Задания 20 и 21 имеют интегрированный характер и проверяют элементы содержания не менее чем из трёх разделов курса физики.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий, в которых после проведения несложных математических расчётов нужно записать ответ в виде числа. Затем идут задания на множественный выбор, а в конце раздела одно или два задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками, формулами или единицами измерений. Ответ к этим заданиям записывается в виде двух цифр.

В конце части 1 предлагаются два задания, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. В задании 22 нужно записать показания прибора с учётом абсолютной погрешности измерений, а в задании 23 выбрать

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

две экспериментальные установки, которые можно использовать для проверки заданной гипотезы.

Вторая часть работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы, наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. Каждый вариант содержит 2 расчётные задачи повышенного уровня сложности и 5 задач с развёрнутым ответом высокого уровня сложности, из которых одна качественная и четыре — расчётные. По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом: 2 задачи по механике, 1–2 задачи по молекулярной физике и термодинамике, 2–3 задачи по электродинамике и одна задача по квантовой физике. В задаче 30 требуется обосновать применимость используемых при её решении моделей и законов.

## Система оценивания заданий

За правильный ответ на каждое из заданий 1–3, 7–9, 12–14, 18, 22 и 23 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или две цифры.

Каждое из заданий 5, 6, 11, 16, 17 и 19 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если в ответе указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, — 0 баллов.

Задание 21 оценивается в 2 балла, если верно указаны все три элемента верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если два элемента указаны неверно. Если в ответе указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, — 0 баллов.

Каждое из заданий 4, 10, 15 и 20 оценивается в 2 балла, если верно указаны все элементы верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка или дополнительно ко всем верным элементам указан один неверный; в 0 баллов — во всех остальных случаях.

Задание с развёрнутым ответом оценивается двумя экспертами с учётом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развёрнутым ответом 25 и 26 составляет 2 балла, за задания 24, 27, 28 и 29 составляет 3 балла, а за задание 30 — 4 балла. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл — от нуля до максимального балла. В экзаменационном варианте перед каждым типом задания предлагается инструкция, в которой приведены общие требования к оформлению ответов.

Максимальный первичный балл — 54.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Карта индивидуальных достижений обучающегося

Впишите баллы, полученные Вами при выполнении типовых экзаменационных вариантов, в таблицу.

| Вариант / Задание | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сумма баллов | | | | | | | | | | | | | | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

| Вариант / Задание | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сумма баллов | | | | | | | | | | | | | | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: -2,5 м/с$^2$. Бланк: -2,5

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 19–21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| 4 | 1 |

Бланк: 41

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) м/с$^2$. Бланк: 1,40,2

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

***Желаем успеха!***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН - 2023

# БЛАНК ОТВЕТОВ № 1

Код региона | Код предмета | Название предмета | Резерв - 4

Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ и ЦИФРАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , -

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 À Â Ä Ö Ô È É Ê Ë Ï Î Ù Û Ü ß Ç

**ВНИМАНИЕ!** Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте

## Результаты выполнения заданий с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | | 21 | |
| 2 | | 22 | |
| 3 | | 23 | |
| 4 | | 24 | |
| 5 | | 25 | |
| 6 | | 26 | |
| 7 | | 27 | |
| 8 | | 28 | |
| 9 | | 29 | |
| 10 | | 30 | |
| 11 | | 31 | |
| 12 | | 32 | |
| 13 | | 33 | |
| 14 | | 34 | |
| 15 | | 35 | |
| 16 | | 36 | |
| 17 | | 37 | |
| 18 | | 38 | |
| 19 | | 39 | |
| 20 | | 40 | |

## Замена ошибочных ответов на задания с КРАТКИМ ОТВЕТОМ

| | | | |
|---|---|---|---|
| - | | - | |
| - | | - | |
| - | | - | |

## ЗАПОЛНЯЕТСЯ ОТВЕТСТВЕННЫМ ОРГАНИЗАТОРОМ В АУДИТОРИИ:

Количество заполненных полей «Замена ошибочных ответов»

Подпись ответственного организатора строго внутри окошка

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН - 2023

# БЛАНК ОТВЕТОВ № 2 лист 1

Код региона | Код предмета | Название предмета

Резерв - 5

Бланк ответов № 2 (лист 2) Лист

Перепишите значения полей "Код региона", "Код предмета", "Название предмета" из БЛАНКА РЕГИСТРАЦИИ.

Отвечая на задания с РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ, пишите аккуратно и разборчиво, соблюдая разметку страницы.

Не забудьте указать номер задания, на которое Вы отвечаете, например, **31**.

Условия задания переписывать не нужно.

**ВНИМАНИЕ!** **Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплекте**

Оборотная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Справочные данные

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

**Десятичные приставки**

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель |
|---|---|---|---|---|---|
| гига | Г | $10^9$ | санти | с | $10^{-2}$ |
| мега | М | $10^6$ | милли | м | $10^{-3}$ |
| кило | к | $10^3$ | микро | мк | $10^{-6}$ |
| гекто | г | $10^2$ | нано | н | $10^{-9}$ |
| деци | д | $10^{-1}$ | пико | п | $10^{-12}$ |

| ***Константы*** | |
|---|---|
| число $\pi$ | $\pi = 3{,}14$ |
| ускорение свободного падения на Земле | $g = 10$ м/с$^2$ |
| гравитационная постоянная | $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м$^2$/кг$^2$ |
| универсальная газовая постоянная | $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К) |
| постоянная Больцмана | $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К |
| постоянная Авогадро | $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$ |
| скорость света в вакууме | $c = 3 \cdot 10^8$ м/с |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона | $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м$^2$/Кл$^2$ |
| модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд) | $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл |
| постоянная Планка | $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с |

| ***Соотношения между различными единицами*** | |
|---|---|
| температура | 0 К = −273 °С |
| атомная единица массы | 1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ |
| 1 электронвольт | 1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж |

| ***Масса частиц*** | |
|---|---|
| электрона | $9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м. |
| протона | $1{,}673 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м. |
| нейтрона | $1{,}675 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м. |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

| ***Плотность*** | | | |
|---|---|---|---|
| воды | 1000 кг/м$^3$ | подсолнечного масла | 900 кг/м$^3$ |
| древесины (сосна) | 400 кг/м$^3$ | алюминия | 2700 кг/м$^3$ |
| керосина | 800 кг/м$^3$ | железа | 7800 кг/м$^3$ |
| | | ртути | 13600 кг/м$^3$ |

| ***Удельная теплоёмкость*** | | | |
|---|---|---|---|
| воды | $4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К) | алюминия | 900 Дж/(кг·К) |
| льда | $2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К) | меди | 380 Дж/(кг·К) |
| железа | 460 Дж/(кг·К) | чугуна | 500 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К) | | |

| ***Удельная теплота*** | |
|---|---|
| парообразования воды | $2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг |
| плавления свинца | $2{,}5 \cdot 10^4$ Дж/кг |
| плавления льда | $3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг |

***Нормальные условия***: давление $10^5$ Па, температура 0 °C

| ***Молярная масса*** | | | |
|---|---|---|---|
| азота | $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | кислорода | $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | лития | $6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | молибдена | $96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| воздуха | $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | неона | $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| воды | $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| гелия | $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

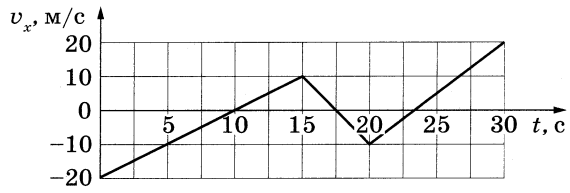
## ВАРИАНТ 1

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.

Определите проекцию $a_x$ ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 10 с.

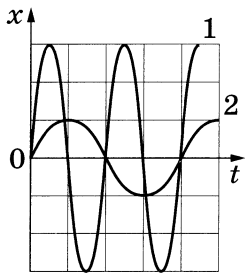



Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой $m$ ускорение 1,5 м/с$^2$. Какое ускорение получит тело массой $\frac{m}{3}$ в этой системе отсчёта под действием силы $2\vec{F}$?

Ответ: _____ м/с$^2$.

**3** На рисунке представлены графики зависимости координат двух тел от времени. Чему равно отношение амплитуд $\frac{A_1}{A_2}$ колебаний этих тел?




Ответ: _____.

**4** Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён лёгкой горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось $Ox$. В таблице приведены значения координаты груза $x$ в различные моменты времени $t$. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени — 0,1 с.

| $t$, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, см | 4,0 | 2,8 | 0,0 | −2,8 | −4,0 | −2,8 | 0,0 |

1) В момент времени 0,8 с ускорение груза максимально.
2) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с меньше, чем в момент времени 1,2 с.
3) Частота колебаний груза равна 1 Гц.
4) Период колебаний груза равен 1,6 с.
5) В момент времени 1,2 с потенциальная энергия пружины минимальна.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Спортсмен спускается на парашюте с постоянной скоростью. Как изменяются с течением времени в процессе спуска полная механическая энергия спортсмена и его кинетическая энергия?

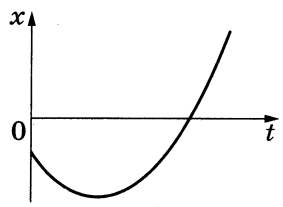
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Полная механическая энергия | Кинетическая энергия |
|---|---|
| | |

**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение тела, от времени $t$.

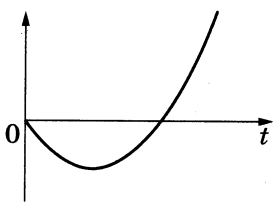



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

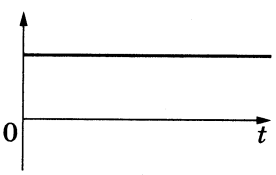
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль скорости тела
2) модуль ускорения тела
3) кинетическая энергия тела
4) проекция на ось $Ox$ перемещения тела из начального положения

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** При температуре $1{,}5T_0$ и давлении $p_0$ 2 моль идеального газа занимают объём $4V_0$. Сколько моль газа будут занимать объём $2V_0$ при температуре $3T_0$ и давлении $4p_0$?

Ответ: _____ моль.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

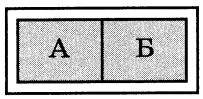
**8** Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 40 %. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре уменьшить объём сосуда в 1,5 раза?

Ответ: _____ %.

**9** Тепловая машина с КПД 30 % за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 5 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт за цикл холодильнику?

Ответ: _____ кДж.

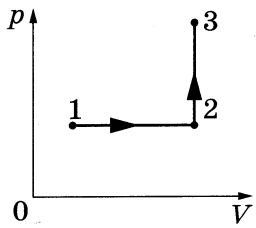
**10** При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с одноатомным идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части Б равна 20 °С. Количество газа одинаково в обеих частях сосуда. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения, которые верно отражают изменения, происходящие с газом в дальнейшем после окончания нагревания.




1) При теплообмене газ в части Б отдавал положительное количество теплоты, а газ в части А его получал.
2) Через достаточно большой промежуток времени температура газа в обеих частях сосуда стала одинаковой и равной 298 К.
3) Внутренняя энергия газа в части А не изменилась.
4) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.
5) Температура газа в части Б повысилась.

Ответ: _____.

**11** Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах $p$–$V$, где $p$ — давление газа, $V$ — объём газа.




Как изменяются абсолютная температура газа $T$ в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа $n$ в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

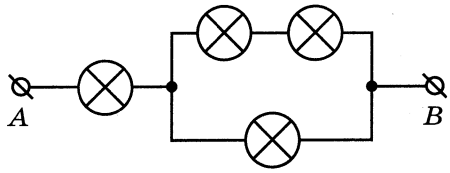
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Абсолютная температура газа в ходе процесса 1–2 | Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3 |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** Ученик соединил четыре лампочки накаливания так, как показано на рисунке. Определите сопротивление цепи между точками $A$ и $B$, если сопротивление каждой лампочки равно 12 Ом.

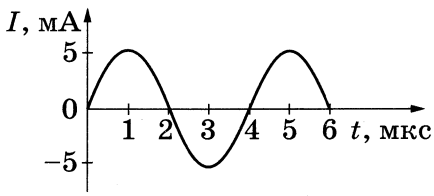



Ответ: _____ Ом.

**13** Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью 4 мГн, по которой протекает ток, если сила тока 5 А.

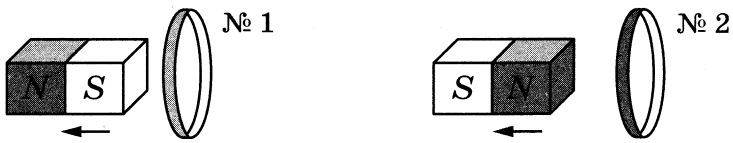
Ответ: _____ Дж.

**14** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Сколько раз в течение первых 6 мкс энергия конденсатора достигает минимального значения?




Ответ: _____ раз(а).

**15** От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс такого же магнита (см. рисунок).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно наблюдаемых явлений.

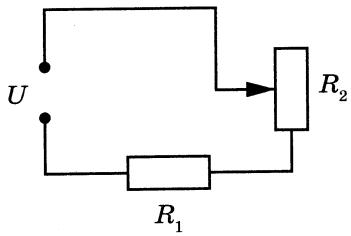
1) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
2) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
3) Кольцо № 1 притягивается к магниту.
4) Кольцо № 2 не взаимодействует с магнитом.
5) В кольце № 2 возникает ЭДС электромагнитной индукции.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Резистор $R_1$ и реостат $R_2$ подключены последовательно к источнику напряжения $U$ (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на реостате $R_2$, если увеличить сопротивление реостата? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом постоянным.



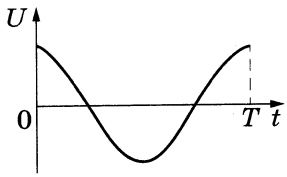

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Напряжение на реостате $R_2$ |
|---|---|
| | |

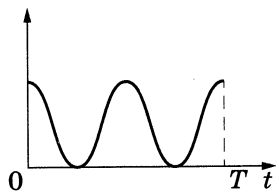
**17** На рисунке приведён график зависимости напряжения от времени на конденсаторе идеального колебательного контура.



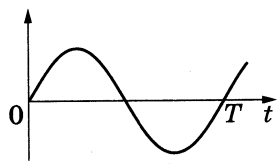

Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в катушке индуктивности
2) заряд на одной из обкладок конденсатора
3) энергия электрического поля конденсатора
4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Ядро платины $^{174}_{78}Pt$ испытывает α-распад, при этом образуются α-частица и ядро химического элемента $^{A}_{Z}X$. Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** Монохроматический свет с длиной волны $\lambda$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. После изменения энергии падающих фотонов модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ увеличился. Как изменились при этом длина волны $\lambda$ падающего света и работа выхода фотоэлектронов с поверхности металла?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны $\lambda$ падающего света | Работа выхода фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

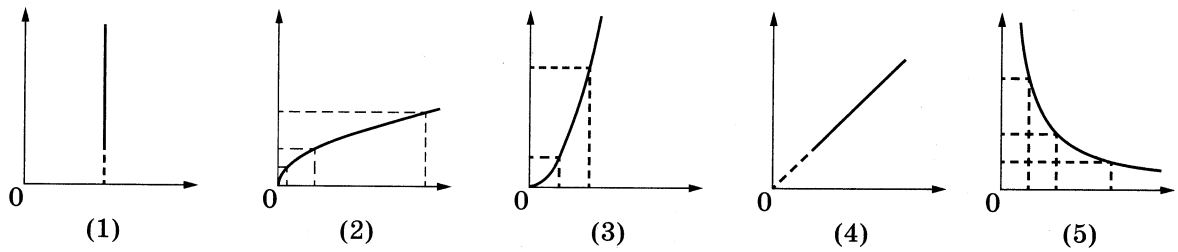
1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа обратно пропорциональна абсолютной температуре газа.
3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.
4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны уменьшается.
5) При электронном $\beta$-распаде массовое число ядра остаётся неизменным.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, свободно падающего из состояния покоя, от пройденного расстояния;
Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при кристаллизации жидкости, от её массы;
В) зависимость силы тока короткого замыкания источника от величины его внутреннего сопротивления.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** Чтобы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (15 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить показатель преломления стекла. Для того чтобы создать узкий луч света, школьник взял лампочку и экран с маленьким круглым отверстием. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) плоская стеклянная пластина с параллельными гранями
2) зеркало
3) динамометр
4) гальванометр
5) линейка

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

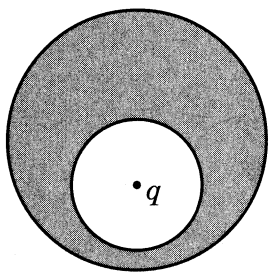
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В нижней половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён положительный точечный заряд $q > 0$ (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области: $\vec{E} = 0$. Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

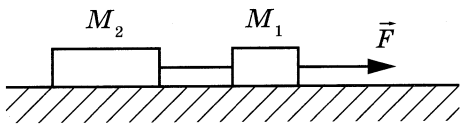



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

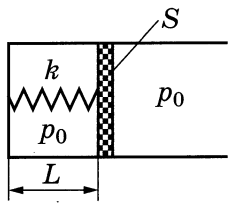
***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы $\vec{F}$, приложенной к грузу массой $M_1$ (см. рисунок). Максимальная сила $F$, при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса $M_1$ первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?

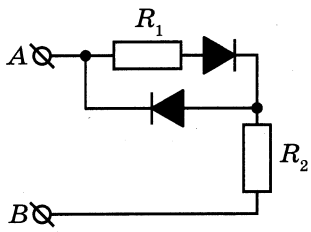



**26** На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5{,}6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

**27** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем площадью $S$ находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра было равно $L$, а давление газа в цилиндре было равно внешнему атмосферному давлению $p_0$ (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты $Q$, и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние $b$. Чему равна жёсткость пружины $k$?




**28** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке $A$ положительного полюса, а к точке $B$ отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая в цепи мощность равна 4,8 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая в цепи мощность становится равной 7,2 Вт. Укажите, как течёт ток через диоды и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивление резисторов $R_1$ и $R_2$.




**29** Фотокатод с работой выхода $4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом с частотой $10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $5 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Каков максимальный радиус такой окружности?

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину $\Delta E$. Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите величину $\Delta E$. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

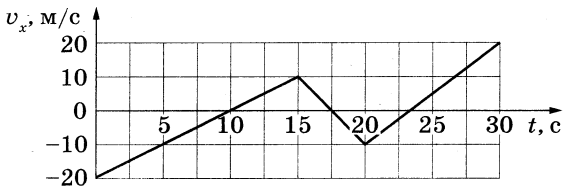
## ВАРИАНТ 2

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.

Определите проекцию $a_x$ ускорения этого тела в интервале времени от 15 до 20 с.

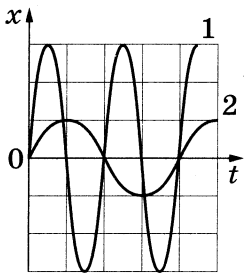



Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила, модуль которой равен 16 Н, сообщает телу массой $m$ ускорение $\vec{a}$. Каков модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ в этой системе отсчёта ускорение $\frac{\vec{a}}{2}$?

Ответ: _____ Н.

**3** На рисунке представлены графики зависимости координат двух тел от времени. Чему равно отношение частот $\frac{\nu_1}{\nu_2}$ колебаний этих тел?




Ответ: _____.

**4** Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён лёгкой горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось $Ox$. В таблице приведены значения координаты груза $x$ в различные моменты времени $t$. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени — 0,1 с.

| $t$, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, см | 4,0 | 2,8 | 0,0 | −2,8 | −4,0 | −2,8 | 0,0 |

1) В момент времени 0,8 с ускорение груза равно нулю.
2) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с больше, чем в момент времени 1,2 с.
3) Частота колебаний груза равна 0,625 Гц.
4) Период колебаний груза равен 0,8 с.
5) В момент времени 1,2 с кинетическая энергия груза минимальна.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Спортсмен спускается на парашюте с постоянной скоростью. Как изменяются с течением времени в процессе спуска импульс спортсмена и его потенциальная энергия?

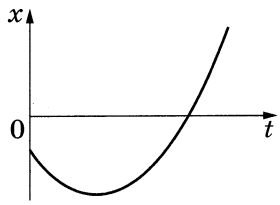
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Импульс | Потенциальная энергия |
|---|---|
| | |

**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение тела, от времени $t$.

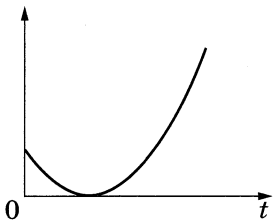



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

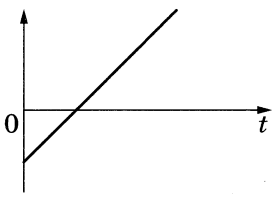
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция скорости тела
2) проекция ускорения тела
3) кинетическая энергия тела
4) проекция на ось $Ox$ перемещения тела из начального положения

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** При температуре $T_0$ и давлении $p_0$ 3 моль идеального газа занимают объём $6V_0$. Сколько моль газа будут занимать объём $V_0$ при температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$?

Ответ: _____ моль.

**8** Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 60 %. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре увеличить объём сосуда в 1,5 раза?

Ответ: _____ %.

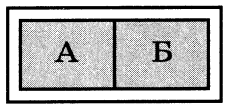
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** Тепловая машина с КПД 40 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

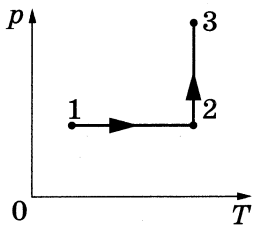
**10** При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с одноатомным идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 123 °С, а в части Б равна 303 К. Количество газа одинаково в обеих частях сосуда. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения, которые верно отражают изменения, происходящие с газом в дальнейшем после окончания нагревания.




1) При теплообмене газ в части А отдавал положительное количество теплоты, а газ в части Б его получал.
2) Через достаточно большой промежуток времени температура газа в обеих частях сосуда стала одинаковой и равной 213 °С.
3) Внутренняя энергия газа в части А уменьшилась.
4) В результате теплообмена газ в сосуде Б не совершал работы.
5) Температура газа в части Б понизилась.

Ответ: _____.

**11** Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах $p$–$T$, где $p$ — давление газа, $T$ — абсолютная температура газа.




Как изменяются объём газа $V$ в ходе процесса 1–2 и плотность газа в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

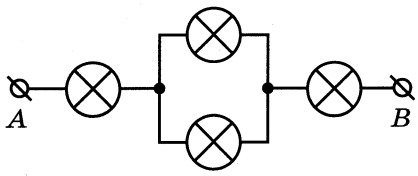
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Объём газа в ходе процесса 1–2 | Плотность газа в ходе процесса 2–3 |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** Ученик соединил четыре лампочки накаливания так, как показано на рисунке. Определите сопротивление цепи между точками $A$ и $B$, если сопротивление каждой лампочки равно 20 Ом.

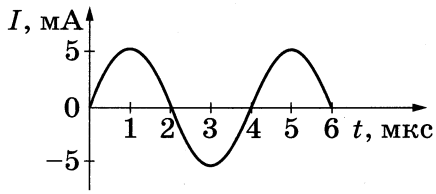



Ответ: _____ Ом.

**13** Энергия магнитного поля катушки индуктивности при силе тока 6 А равна 0,54 Дж. Определите индуктивность катушки.

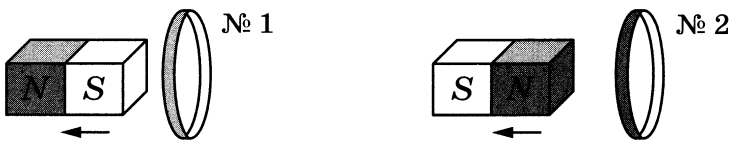
Ответ: _____ мГн.

**14** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Сколько раз в течение первых 10 мкс энергия катушки достигает максимального значения?




Ответ: _____ раз(а).

**15** От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс такого же магнита (см. рисунок).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно наблюдаемых явлений.

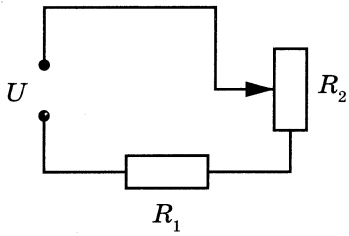
1) В кольце № 1 возникает индукционный ток.
2) В кольце № 2 индукционный ток не возникает.
3) Кольцо № 1 не взаимодействует с магнитом.
4) Кольцо № 2 притягивается к магниту.
5) В кольце № 1 не возникает ЭДС электромагнитной индукции.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Резистор $R_1$ и реостат $R_2$ подключены последовательно к источнику напряжения $U$ (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на реостате $R_2$, если уменьшить сопротивление реостата? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом постоянным.



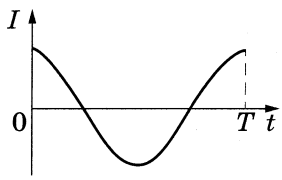

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Напряжение на реостате $R_2$ |
|---|---|
| | |

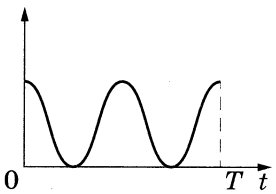
**17** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивности идеального колебательного контура.



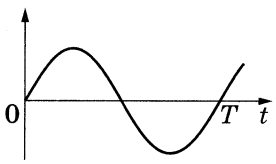

Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) индуктивность катушки
2) напряжение на обкладках конденсатора
3) энергия электрического поля конденсатора
4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Ядро платины $^{174}_{78}\mathrm{Pt}$ испытывает α-распад, при этом образуются α-частица и ядро химического элемента $^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Чему равно массовое число A (в атомных единицах массы) ядра X?

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. После изменения энергии падающих фотонов модуль запирающего напряжения $U_{зап}$ уменьшился. Как изменились при этом длина волны λ падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны λ падающего света | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

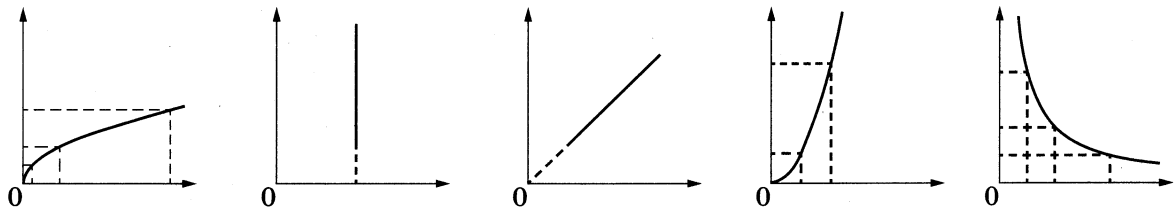
1) При равномерном движении по окружности за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа прямо пропорциональна абсолютной температуре газа.
3) В неоднородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками зависит от траектории.
4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны не изменяется.
5) При электронном β-распаде масса ядра уменьшается.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость периода малых свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
В) зависимость силы тока через участок цепи, содержащий резистор, от сопротивления резистора при постоянном напряжении на концах участка.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** Чтобы узнать диаметр никелиновой проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 50 витков. Длина оказалась равной $(80 \pm 1)$ мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу собирающей линзы. В качестве источника света школьник взял горящую свечу. Линза у него уже есть. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) зеркало
2) динамометр
3) экран
4) линейка
5) гальванометр

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

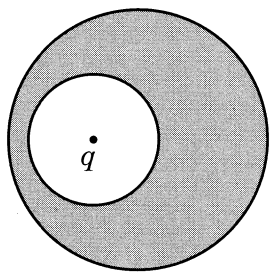
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В левой половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён отрицательный точечный заряд $q < 0$ (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области: $\vec{E} = 0$. Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

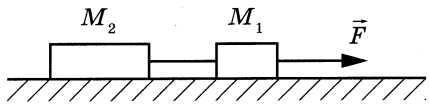



***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

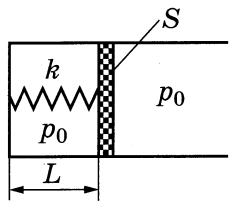
**25** Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы $\vec{F}$, приложенной к грузу массой $M_1 = 2$ кг (см. рисунок).



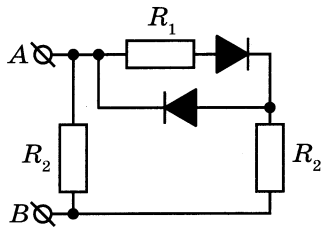

Максимальная сила $F$, при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса $M_2$ второго груза?

**26** На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

**27** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью $k$. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра было равно $L$, а давление газа в цилиндре было равно внешнему атмосферному давлению $p_0$ (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты $Q$, и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние $b$. Чему равна площадь поршня $S$?




**28** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке $A$ положительного полюса, а к точке $B$ отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая в цепи мощность равна 6 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая в цепи мощность становится равной 7,2 Вт. Укажите, как течёт ток через диоды и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивление резисторов $R_1$ и $R_2$.




**29** Фотокатод с работой выхода $4{,}42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота $\nu$ падающего света?

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** Снаряд разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину $\Delta E = 600$ кДж. Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите массу снаряда. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

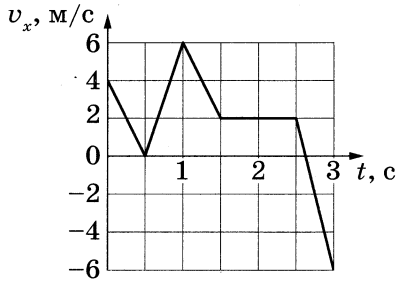
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 3

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке показан график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$. Какова проекция $a_x$ ускорения этого тела в момент времени 2 с?




Ответ: _____ м/с$^2$.

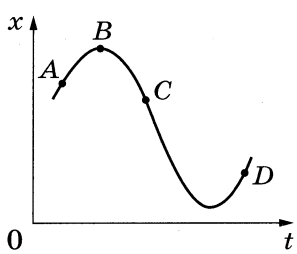
**2** В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется прямолинейно под действием постоянной силы, равной по модулю 15 Н. Чему равен модуль изменения импульса тела за 3 с?

Ответ: _____ кг · м/с.

**3** Брусок массой 1,5 кг положили на горизонтальный стол. Какова площадь грани, на которой лежит брусок, если он оказывает на стол давление 1,2 кПа?

Ответ: _____ см$^2$.

**4** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.




1) В точке $C$ проекция скорости тела на ось $Ox$ отрицательна.
2) На участке $BC$ модуль скорости тела уменьшается.
3) Проекция перемещения тела на ось $Ox$ при переходе из точки $C$ в точку $D$ отрицательна.
4) В точке $D$ проекция ускорения тела на ось $Ox$ положительна.
5) В точке $A$ ускорение тела и его скорость направлены в одну сторону.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его потенциальная энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Ускорение камня | Потенциальная энергия камня |
|---|---|
| | |

**6** Тело равномерно движется по окружности радиусом $R$. Частота обращения тела равна $\nu$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) линейная скорость | 1) $2\pi\nu$ |
| Б) угловая скорость | 2) $4\pi^2\nu^2 R$ |
| | 3) $2\pi R\nu$ |
| | 4) $\dfrac{1}{\nu}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится водород, в другой — кислород. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение среднеквадратичной скорости теплового движения молекул кислорода к среднеквадратичной скорости теплового движения молекул водорода, когда поршень находится в равновесии.

Ответ: _____.

**8** С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление возросло на 75 кПа. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа?

Ответ: _____ кПа.

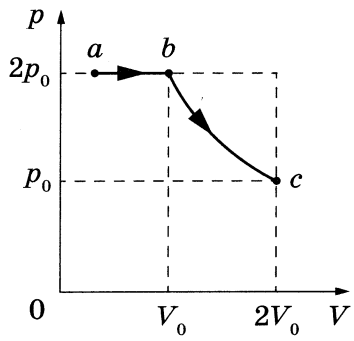
**9** Газ получил извне количество теплоты, равное 200 Дж, и при этом внешние силы совершили над ним работу, равную 80 Дж. Масса газа не менялась. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре происходит процесс $a \to b \to c$, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса.




1) В процессе $a \to b$ внутренняя энергия пара постоянна.
2) В состоянии $a$ водяной пар является ненасыщенным.
3) В процессе $b \to c$ плотность пара уменьшается.
4) В процессе $a \to b$ масса капли воды уменьшается.
5) В процессе $b \to c$ от пара отводится положительное количество теплоты.

Ответ: _____.

**11** Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена воздухом. Как изменяются с высотой при быстром подъёме внутренняя энергия воздуха в шаре и его объём? Теплопроводностью оболочки шара пренебречь.

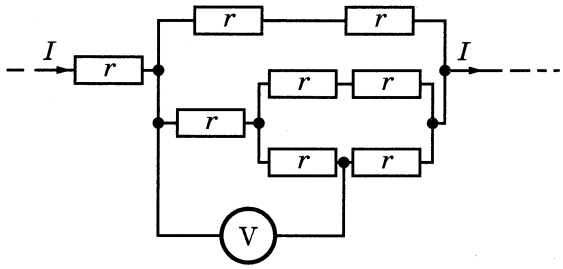
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Внутренняя энергия воздуха | Объём воздуха |
|---|---|
| | |

**12** Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 8$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает вольтметр? Вольтметр считать идеальным.




Ответ: _____ В.

**13** Прямолинейный проводник длиной $L$, по которому протекает ток $I$, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Во сколько раз увеличится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 1,5 раза, силу тока в проводнике увеличить в 6 раз, а индукцию магнитного поля поддерживать прежней?

Ответ: в _____ раз(а).

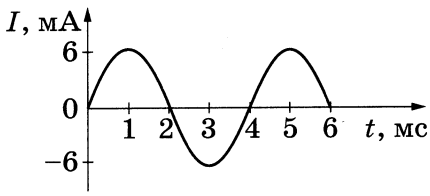
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Конденсатор, заряженный до разности потенциалов $U_0$, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = 5L$. В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение максимальных значений энергии магнитного поля катушки $\frac{W_{2\max}}{W_{1\max}}$ при этих колебаниях?

Ответ: _____.

**15** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.




1) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 21,6 мкДж.
2) В момент времени 3 мс заряд конденсатора равен нулю.
3) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 4 мс.
4) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.
5) В момент времени 2 мс энергия электрического поля конденсатора достигает своего минимума.

Ответ: _____.

**16** Частица массой $m$, несущая заряд $q$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B$ по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$. Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при увеличении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

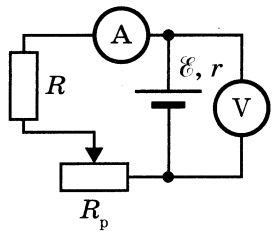
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Радиус орбиты частицы | Период обращения частицы |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Считать измерительные приборы идеальными, а сопротивление реостата полностью введённым в цепь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

А) показания вольтметра
Б) показания амперметра

ФОРМУЛЫ

1) $\mathscr{E}(R + R_р + r)$

2) $\dfrac{\mathscr{E}}{R + R_р + r}$

3) $\dfrac{\mathscr{E}R}{R + R_р + r}$

4) $\mathscr{E} - \dfrac{\mathscr{E}r}{R + R_р + r}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | II | **Li** 3<br>ЛИТИЙ<br>$7_{93}$ $6_{7,4}$ | **Be** 4<br>БЕРИЛЛИЙ<br>$9_{100}$ | **B** 5<br>БОР<br>$11_{80}$ $10_{20}$ |
| 3 | III | **Na** 11<br>НАТРИЙ<br>$23_{100}$ | **Mg** 12<br>МАГНИЙ<br>$24_{79}$ $26_{11}$ $25_{10}$ | 13 **Al**<br>АЛЮМИНИЙ<br>$27_{100}$ |
| 4 | IV | **K** 19<br>КАЛИЙ<br>$39_{93}$ $41_{6,7}$ | **Ca** 20<br>КАЛЬЦИЙ<br>$40_{97}$ $44_{2,1}$ | **Sc** 21<br>СКАНДИЙ<br>$45_{100}$ |
| | V | **Cu** 29<br>МЕДЬ<br>$63_{69}$ $65_{31}$ | **Zn** 30<br>ЦИНК<br>$64_{49}$ $66_{28}$ $68_{19}$ | **Ga** 31<br>ГАЛЛИЙ<br>$69_{60}$ $71_{40}$ |

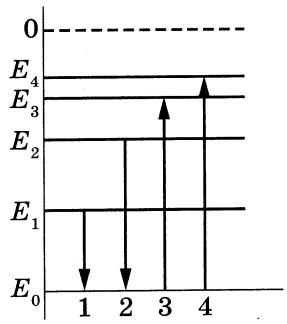
Определите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наибольшей длиной волны и излучением света с наименьшей энергией?




Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) поглощение света с наибольшей длиной волны | 1) 1<br>2) 2 |
| Б) излучение света с наименьшей энергией | 3) 3<br>4) 4 |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Сила трения скольжения — сила электромагнитной природы.
2) Для конденсации жидкость отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду.
3) Силой Лоренца называют силу, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу.
4) Линейчатый спектр дают вещества в твёрдом атомарном состоянии.
5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, обратно пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

Ответ: _____.

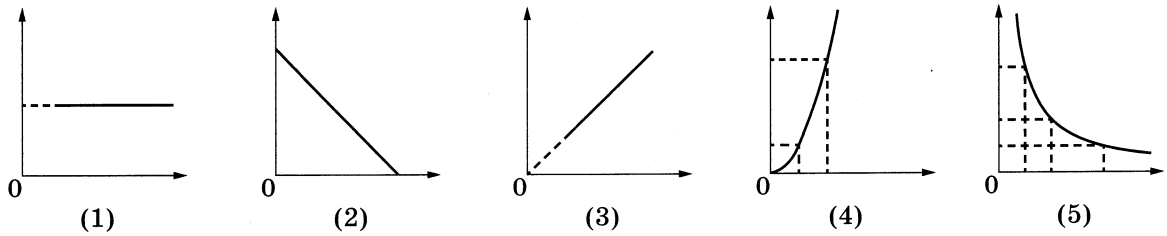
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного телом при равномерном движении, от времени;
Б) зависимость электроёмкости плоского конденсатора с площадью пластин $S$ от расстояния между пластинами;
В) зависимость импульса фотона от его частоты.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

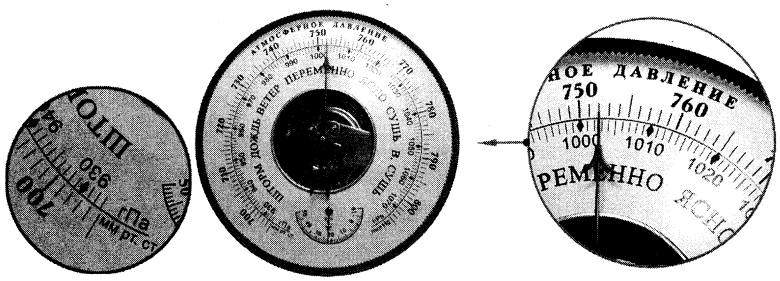



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** В паспорте барометра указано, что абсолютная погрешность прямого измерения давления равна 3 гПа. Определите показания барометра.


ПОГОДА
ВЕТЕР
ПЕРЕМЕННО
ЯСНО
ПЛОХАЯ ПОГОДА
ЯСНО
ПЕРЕМЕННО
ВЕТЕР

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. *а*, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. *б*), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель уменьшил расстояние между пластинами (рис. *в*). Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

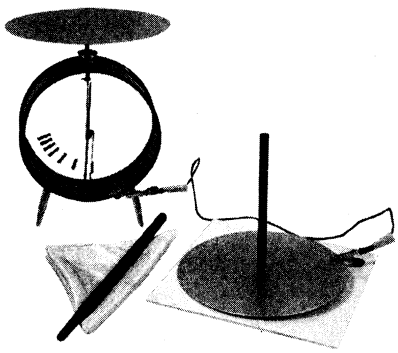


Рис. *а*

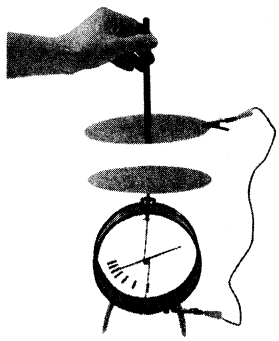


Рис. *б*

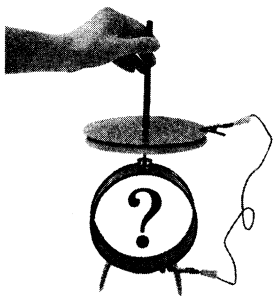
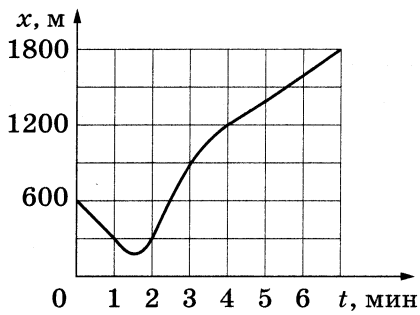



Рис. *в*

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Автомобиль массой 2500 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



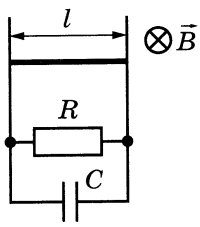

**26** В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 4 раза изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если изображение предмета находится на расстоянии $f = 9$ см от линзы.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**27** Закрытый сверху вертикальный цилиндрический сосуд, заполненный воздухом, разделён тяжёлым поршнем, способным скользить без трения, на две части. В начальном равновесном состоянии в верхней и нижней частях сосуда находилось по $\nu = 1$ моль воздуха, а отношение объёмов верхней и нижней частей сосуда было равно 2. После того, как из верхней части сосуда удалили некоторое количество воздуха $\Delta\nu$, через длительный промежуток времени установилось новое состояние равновесия с отношением объёмов верхней и нижней частей сосуда, равным 2:3. Температура воздуха $T$ в обеих частях сосуда всё время поддерживалась одинаковой и постоянной. Определите, какое количество воздуха было удалено из сосуда.

**28** Горизонтальный проводник длиной $l = 10$ см и массой $m = 25$ г равномерно скользит вниз (без трения и без потери контакта) по двум вертикальным шинам в однородном горизонтальном магнитном поле, перпендикулярном проводнику, с индукцией $B = 0{,}5$ Тл. Внизу шины замкнуты резистором. Параллельно резистору подключён конденсатор ёмкостью $C = 20$ мкФ (см. рисунок). Определите сопротивление резистора, если заряд конденсатора $q = 1$ мкКл. Сопротивлением проводника и шин пренебречь.




**29** В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд $5{,}5 \cdot 10^{-9}$ Кл. «Красная граница» фотоэффекта для кальция $\lambda_0 = 450$ нм. Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

**30** Небольшое тело массой $M = 0{,}99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0{,}01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту $h$, на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

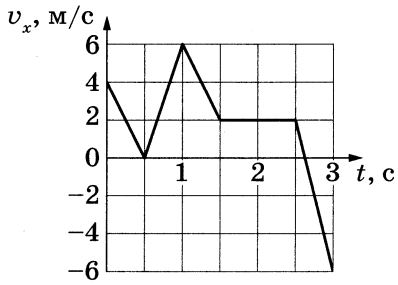
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 4

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке показан график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$. Какова проекция $a_x$ ускорения этого тела в интервале времени от 1 до 1,5 с?




Ответ: _____ м/с$^2$.

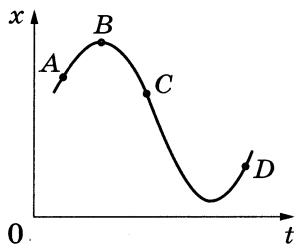
**2** В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется прямолинейно под действием постоянной силы, при этом импульс тела за 5 с монотонно уменьшается на 20 кг · м/с. Чему равен модуль силы, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

**3** Кирпич массой 4,5 кг положили на горизонтальную кладку стены. Площадь грани, на которой лежит кирпич, равна 300 см$^2$. Определите давление, которое кирпич оказывает на кладку.

Ответ: _____ Па.

**4** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.




1) В точке $C$ проекция скорости тела на ось $Ox$ положительна.
2) На участке $BC$ модуль скорости тела увеличивается.
3) Проекция перемещения тела на ось $Ox$ при переходе из точки $A$ в точку $B$ отрицательна.
4) В точке $D$ проекция ускорения тела на ось $Ox$ отрицательна.
5) В точке $A$ ускорение тела и его скорость направлены в разные стороны.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Камень подбросили вверх. Как меняются по мере подъёма ускорение камня и его кинетическая энергия? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Ускорение камня | Кинетическая энергия камня |
|---|---|
| | |

**6** Тело равномерно движется по окружности радиусом $R$. Частота обращения тела равна $\nu$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) время одного полного оборота
Б) центростремительное ускорение

ФОРМУЛЫ

1) $2\pi\nu$
2) $4\pi^2\nu^2 R$
3) $2\pi R\nu$
4) $\dfrac{1}{\nu}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным теплоизолирующим поршнем на две части. В одной части сосуда находится аргон, в другой — неон. Концентрация молекул газов одинакова. Определите отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул неона, когда поршень находится в равновесии.

Ответ: _____.

**8** С идеальным газом происходит изохорный процесс, в котором в результате уменьшения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление упало на 80 кПа. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа?

Ответ: _____ кПа.

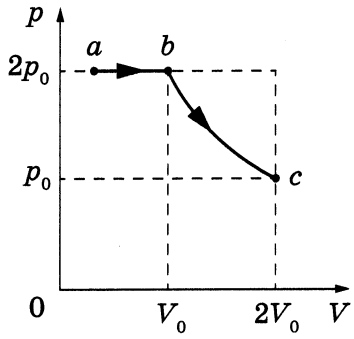
**9** Газ получил извне количество теплоты, равное 100 Дж, и совершил при этом работу, равную 80 Дж. Масса газа не менялась. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре происходит процесс $a \to b \to c$, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса.




1) В процессе $a \to b$ внутренняя энергия пара увеличивается.
2) В состоянии $a$ водяной пар является насыщенным.
3) В процессе $b \to c$ плотность пара увеличивается.
4) В процессе $a \to b$ масса капли воды остаётся постоянной.
5) В процессе $b \to c$ пару сообщают положительное количество теплоты.

Ответ: _____.

**11** Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена воздухом. Как изменяются с высотой при быстром подъёме температура воздуха и концентрация молекул в шаре? Теплопроводностью оболочки шара пренебречь.

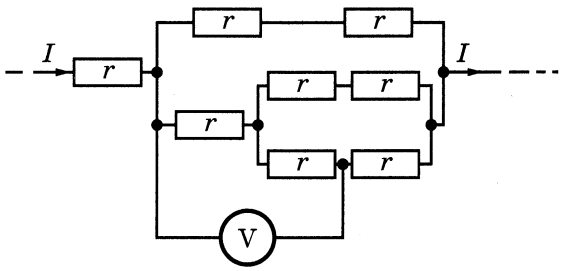
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Температура воздуха | Концентрация молекул |
|---|---|
| | |

**12** Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 5$ Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I$ (см. рисунок). Какова сила тока $I$, если вольтметр показывает напряжение 30 В? Вольтметр считать идеальным.




Ответ: _____ А.

**13** Прямолинейный проводник длиной $L$, по которому протекает ток $I$, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции $\vec{B}$. Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 3 раза, индукцию магнитного поля уменьшить в 6 раз, а силу тока в проводнике поддерживать прежней?

Ответ: в _____ раз(а).

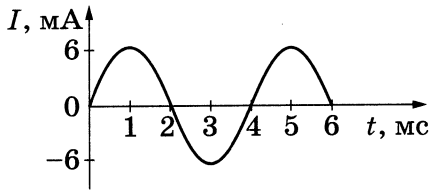
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Конденсатор, заряженный до разности потенциалов $U_0$, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = 4L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = L$. В обоих случаях в получившемся контуре возникли незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение максимальных значений сил тока в катушке $\frac{I_{2\max}}{I_{1\max}}$ при этих колебаниях?

Ответ: _____.

**15** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.




1) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 5,4 мкДж.
2) В момент времени 4 мс заряд конденсатора равен нулю.
3) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 6 мс.
4) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 3 раза.
5) В момент времени 2 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.

Ответ: _____.

**16** Частица массой $m$, несущая заряд $q$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B$ по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$. Что произойдёт с радиусом орбиты и частотой обращения частицы при уменьшении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

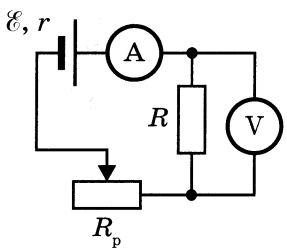
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Радиус орбиты частицы | Частота обращения частицы |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Считать измерительные приборы идеальными, а сопротивление реостата полностью введённым в цепь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) показания амперметра | 1) $\mathscr{E}(R + R_р + r)$ |
| Б) показания вольтметра | 2) $\dfrac{\mathscr{E}}{R + R_р + r}$ |
| | 3) $\dfrac{\mathscr{E}R}{R + R_р + r}$ |
| | 4) $\mathscr{E} - \dfrac{\mathscr{E}R}{R + R_р + r}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

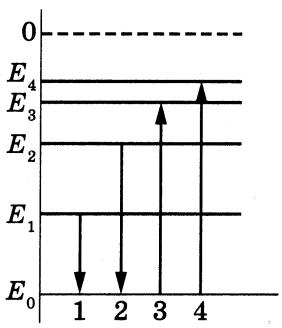
**18** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | II | **Li** 3 литий $7_{93}$ $6_{7,4}$ | **Be** 4 бериллий $9_{100}$ | **B** 5 бор $11_{80}$ $10_{20}$ |
| 3 | III | **Na** 11 натрий $23_{100}$ | **Mg** 12 магний $24_{79}$ $26_{11}$ $25_{10}$ | 13 **Al** алюминий $27_{100}$ |
| 4 | IV | **K** 19 калий $39_{93}$ $41_{6,7}$ | **Ca** 20 кальций $40_{97}$ $44_{2,1}$ | **Sc** 21 скандий $45_{100}$ |
| | V | **Cu** 29 медь $63_{69}$ $65_{31}$ | **Zn** 30 цинк $64_{49}$ $66_{28}$ $68_{19}$ | **Ga** 31 галлий $69_{60}$ $71_{40}$ |

Определите число нейтронов в ядре наиболее распространённого изотопа галлия.

Ответ: _____.

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с излучением света с наибольшей длиной волны и поглощением света с наименьшей энергией?




Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) излучение света с наибольшей длиной волны | 1) 1 |
| Б) поглощение света с наименьшей энергией | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

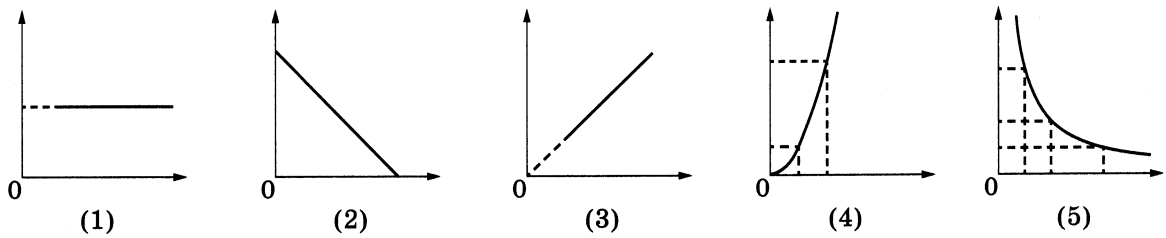
1) Сила трения скольжения — сила гравитационной природы.
2) Для конденсации жидкости ей необходимо сообщить положительное количество теплоты.
3) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
4) Линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомарном состоянии.
5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, прямо пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного телом при равноускоренном движении из состояния покоя, от времени;
Б) зависимость электроёмкости плоского конденсатора от площади его пластин;
В) зависимость импульса фотона от его длины волны.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

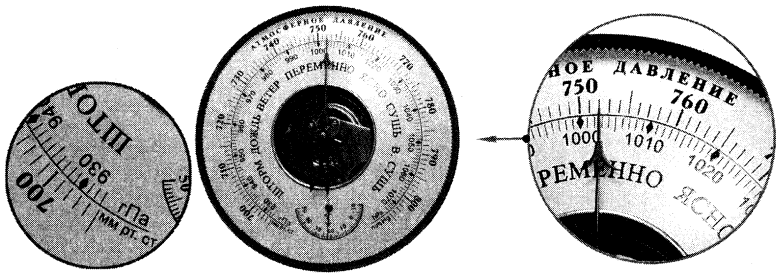
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** В паспорте барометра указано, что абсолютная погрешность прямого измерения давления равна 2 мм. рт. ст.




Определите показания барометра.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый шарик с крючком.

Какое дополнительное оборудование необходимо использовать для проведения этого эксперимента? Из приведённого ниже перечня оборудования выберите две позиции.

1) мензурка
2) электронные весы
3) пружина
4) секундомер
5) термометр

В ответе запишите номера выбранных позиций.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. *а*, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. *б*), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электрометра заземлил. Соединённая с корпусом электрометра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель увеличил расстояние между пластинами (рис. *в*). Как изменились при этом показания электрометра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электрометра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.

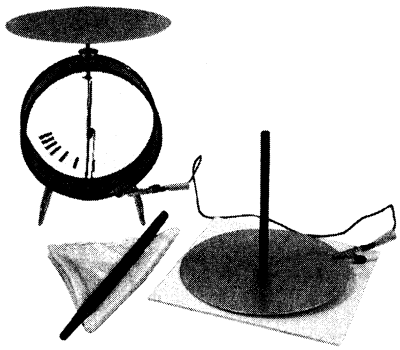


Рис. *а*

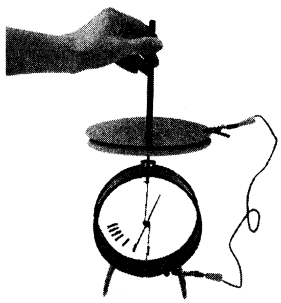


Рис. *б*

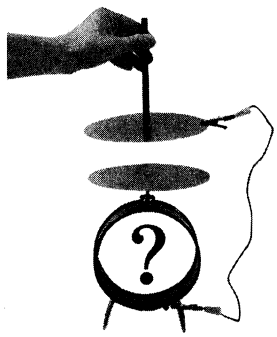
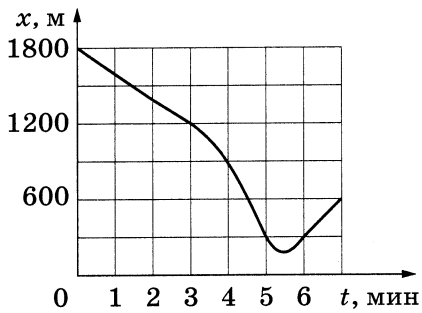



Рис. *в*

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Автомобиль массой 1700 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



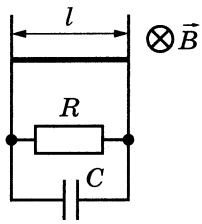

**26** В тонкой рассеивающей линзе получено уменьшенное в 5 раз изображение предмета. Определите модуль фокусного расстояния линзы, если предмет находится на расстоянии $d = 20$ см от линзы.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**27** Закрытый сверху вертикальный цилиндрический сосуд, заполненный воздухом, разделён тяжёлым поршнем, способным скользить без трения, на две части. В начальном равновесном состоянии в верхней и нижней частях сосуда находилось по $\nu = 1$ моль воздуха, а отношение объёмов верхней и нижней частей сосуда было равно 2. После того, как из нижней части сосуда удалили некоторое количество воздуха $\Delta\nu$, через длительный промежуток времени установилось новое состояние равновесия с отношением объёмов верхней и нижней частей сосуда, равным 3. Температура воздуха $T$ в обеих частях сосуда всё время поддерживалась одинаковой и постоянной. Определите, какое количество воздуха было удалено из сосуда.

**28** Горизонтальный проводник длиной $l = 10$ см и массой $m = 25$ г равномерно скользит вниз (без трения и без потери контакта) по двум вертикальным шинам в однородном горизонтальном магнитном поле, перпендикулярном проводнику, с индукцией $B = 0{,}5$ Тл. Внизу шины замкнуты резистором сопротивлением $R = 0{,}02$ Ом. Параллельно резистору подключён конденсатор (см. рисунок). Определите электроёмкость конденсатора, если его заряд $q = 1$ мкКл. Сопротивлением проводника и шин пренебречь.




**29** В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключён конденсатор ёмкостью 4000 пФ. При длительном освещении катода монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм фототок между электродами, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе устанавливается электрический заряд. «Красная граница» фотоэффекта для кальция $\lambda_{кр} = 450$ нм. Определите установившийся заряд конденсатора. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

**30** Небольшое тело массой $M = 0{,}99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R$. В тело попадает пуля массой $m = 0{,}01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите радиус полусферы $R$, если известно, что высота, на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы, составила $h = 1$ м. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

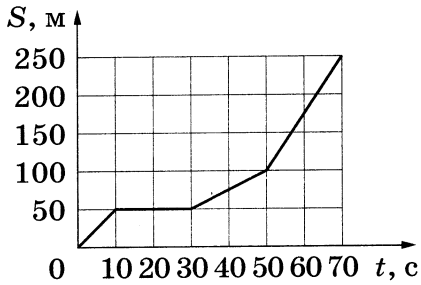
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 5

### Часть 1

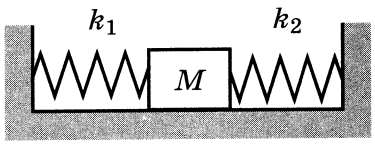
***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости пути $S$ велосипедиста от времени $t$. Определите скорость велосипедиста в интервале времени от 50 до 70 с.




Ответ: _____ м/с.

**2** Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жёсткостью $k_1 = 400$ Н/м сжата на 4 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?

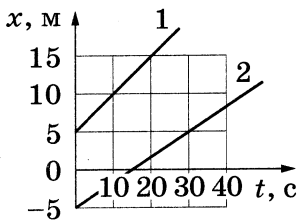



Ответ: _____ Н.

**3** Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 90$ км/ч и $v_2 = 60$ км/ч соответственно. Масса легкового автомобиля $m = 1500$ кг. Какова масса грузового автомобиля, если отношение модуля импульса грузовика к модулю импульса легкового автомобиля равно 2?

Ответ: _____ кг.

**4** На рисунке приведены графики зависимости координат $x$ двух тел, прямолинейно движущихся по оси $Ox$, от времени $t$. На основании графиков выберите все верные утверждения о движении тел.



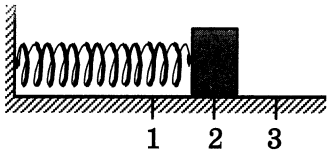

1) Проекция $v_{1x}$ скорости тела 1 больше проекции $v_{2x}$ скорости тела 2.
2) В момент времени 15 с тело 2 достигло начала отсчёта.
3) Проекция $a_{1x}$ ускорения тела 1 больше проекции $a_{2x}$ ускорения тела 2.
4) Проекция $v_{2x}$ скорости тела 2 равна 3 м/с.
5) Проекция $a_{1x}$ ускорения тела 1 равна 0,5 м/с$^2$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются модуль скорости груза и потенциальная энергия пружины маятника при движении груза от точки 2 к точке 1?



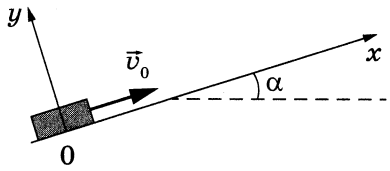

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль скорости груза | Потенциальная энергия пружины маятника |
|---|---|
| | |

**6** После удара шайба массой $m$ начала скользить с начальной скоростью $\vec{v}_0$ вверх по плоскости, установленной под углом $\alpha$ к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси $Ox$ на расстояние $s$, шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен $\mu$. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.




Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\mu mg\cos\alpha$
Б) $g(\mu\cos\alpha + \sin\alpha)$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль проекции силы тяжести на ось $Oy$
2) модуль силы трения
3) модуль ускорения шайбы при её движении вверх
4) модуль ускорения шайбы при её движении вниз

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** 2 моль идеального газа при температуре $3T_0$ и давлении $2p_0$ занимают объём $V_0$. Сколько моль идеального газа будут занимать объём $4V_0$ при температуре $2T_0$ и давлении $p_0$?

Ответ: _____ моль.

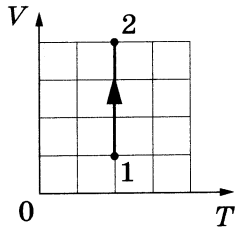
**8** Температура куска металла с удельной теплоёмкостью 900 Дж/(кг · К) понизилась со 120 °С до 40 °С. При этом выделилось количество теплоты, равное 108 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

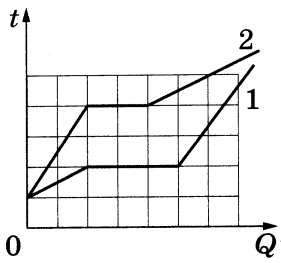
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** На $VT$-диаграмме показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. Газ в этом процессе совершил работу, равную 4 кДж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа?




Ответ: на _____ кДж.

**10** На рисунке представлены графики зависимости температуры $t$ двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты $Q$. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.




Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1) Удельная теплота плавления первого тела больше удельной теплоты плавления второго тела.
2) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
3) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
4) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
5) Температура плавления второго тела в 2 раза выше, чем температура плавления первого тела.

Ответ: _____.

**11** Детский тёмно-зелёный воздушный шарик надули на солнечном пляже, а затем внесли в тень под деревом. Как начали при этом изменяться объём воздуха в шарике и средняя кинетическая энергия молекул в шарике? Оболочка шарика тонкая, упругая и мягкая.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

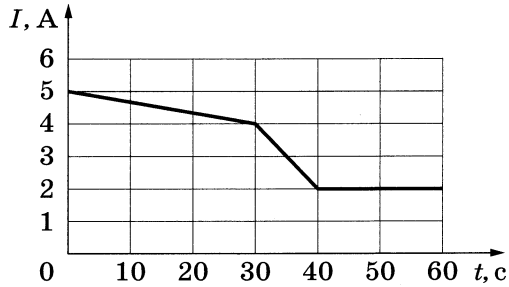
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Объём воздуха в шарике | Средняя кинетическая энергия молекул |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за $\Delta t = 60$ с.

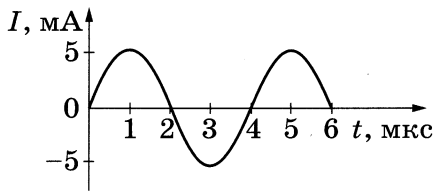



Ответ: _____ Кл.

**13** Протон и α-частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $\upsilon_1 = \upsilon$ и $\upsilon_2 = 2\upsilon$ соответственно. Определите отношение модулей сил $F_1 : F_2$, действующих на них со стороны магнитного поля.

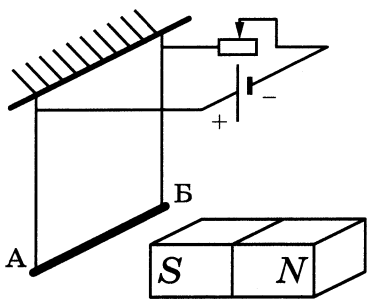
Ответ: _____.

**14** На рисунке приведён график зависимости силы тока в идеальном колебательном контуре от времени в процессе свободных электромагнитных колебаний. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой, ёмкость которого в 4 раза меньше?




Ответ: _____ мкс.

**15** Проводник АБ подвешен на тонких проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают ***вправо***.




Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующие данный процесс.

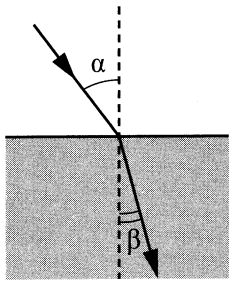
1) Сопротивление реостата увеличивается.
2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены влево.
3) Сила тока, протекающего через проводник АБ, увеличивается.
4) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
5) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Световой пучок входит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны?




Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота колебаний | Длина волны |
|---|---|
| | |

**17** В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор скорости $\vec{v}_0$ частицы параллелен вектору индукции магнитного поля $\vec{B}$ (рис. *а*). Во второй установке вектор скорости $\vec{v}_0$ отрицательно заряженной частицы перпендикулярен вектору напряжённости электрического поля $\vec{E}$ (рис. *б*).

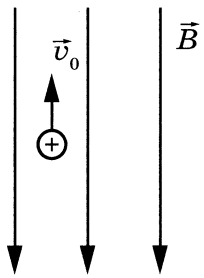



Рис. *а*

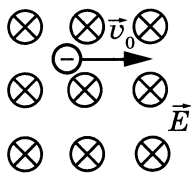



Рис. *б*

По каким траекториям движутся частицы в этих установках? Силой тяжести пренебречь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

А) в первой установке
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

1) прямая линия
2) окружность
3) спираль
4) парабола

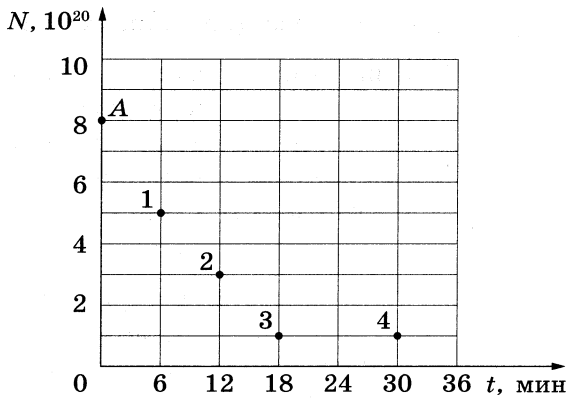
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** Ядра хрома $^{56}_{24}Cr$ испытывают $\beta^-$-распад с периодом полураспада 6 мин. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер этого изотопа хрома. Через какую из точек (1, 2, 3 или 4), кроме точки $A$, пройдёт график зависимости от времени числа ещё не распавшихся ядер хрома?




Ответ: через точку _____.

**19** Монохроматический свет с длиной волны $\lambda$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При изменении энергии падающих фотонов уменьшается модуль запирающего напряжения $U_{зап}$, при этом фотоэффект не прекращается.

Как изменяются при этом частота падающего на поверхность металла света и длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота падающего на поверхность металла света | Длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину, не равную нулю.
2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура не меняется.
3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника.
4) В поперечной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
5) В результате $\alpha$-распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева на две клетки ближе к концу.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

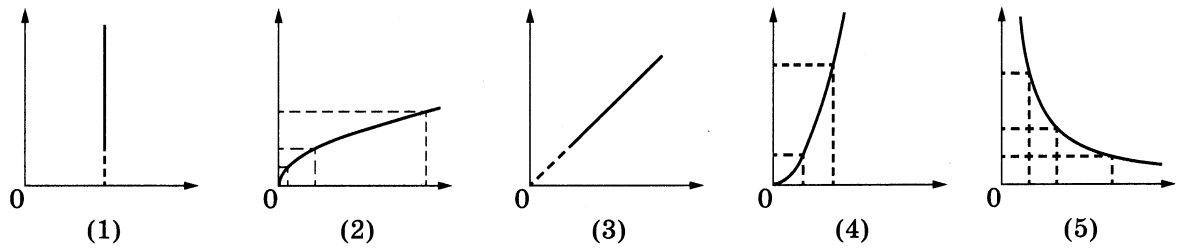
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость частоты свободных колебаний пружинного маятника с грузом массой $m$ от жёсткости пружины;

Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изотермическом процессе;

В) зависимость сопротивления цилиндрического алюминиевого проводника площадью поперечного сечения $S$ от его длины.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

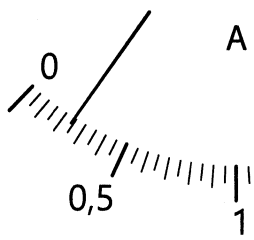



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от температуры газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами при различной температуре (см. таблицу). Массы газов одинаковы. Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

| № сосуда | Объём сосуда, л | Температура газа в сосуде, К | Газ в сосуде |
|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 320 | аргон |
| 2 | 5 | 350 | неон |
| 3 | 4 | 320 | аргон |
| 4 | 4 | 270 | аргон |
| 5 | 4 | 300 | неон |

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

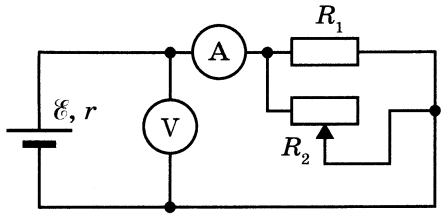
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата ***вправо***? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

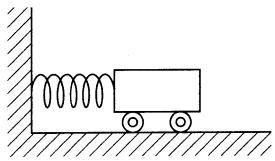



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

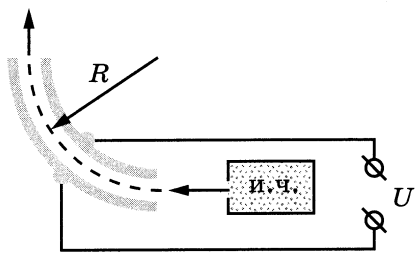
**25** Тележка массой 0,5 кг, прикреплённая к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная скорость тележки равна 3 м/с. Какова амплитуда колебаний тележки? Массой колёс можно пренебречь.



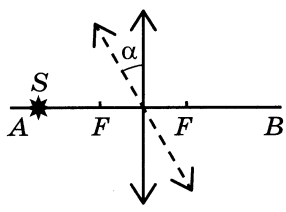
**26** Лазер со средней мощностью импульса 1,1 кВт излучает в импульсе $10^{19}$ фотонов с длиной волны 600 нм. Какова длительность импульса?

**27** На улице при 17 °С относительная влажность воздуха составляет 60 %. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34 °С и относительную влажность 100 %. Давление насыщенного водяного пара при 17 °С равно 1,94 кПа, а при 34 °С — 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 20 минут за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха на улице считать неизменной.

**28** На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц, вылетающих из источника частиц (и. ч.), для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R$. При первоначальном напряжении $U$ в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего исследователей вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить напряжение на обкладках конденсатора, чтобы сквозь него могли пролетать такие же, но дважды ионизированные молекулы (потерявшие два электрона), имеющие такую же скорость? Считать, что расстояние между пластинами мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



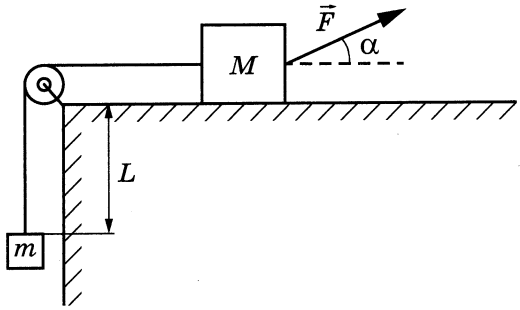

**29** Точечный источник света $S$ расположен на расстоянии 40 см от оптического центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м на её главной оптической оси $AB$. На сколько сместится вдоль прямой $AB$ изображение источника, если линзу повернуть на угол $\alpha = 30°$ относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через оптический центр линзы? Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе для обоих случаев её расположения.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила $\vec{F}$, направленная под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость $v$ будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0{,}3$? Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

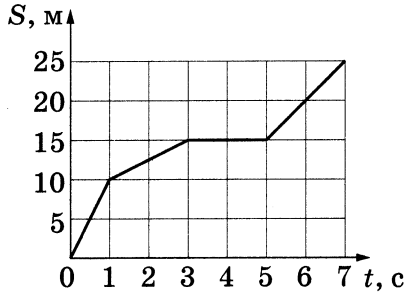
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 6

### Часть 1

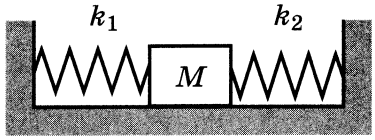
***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости пути $S$, пройденного материальной точкой, от времени $t$. Определите скорость тела в интервале времени от 1 до 3 с.




Ответ: _____ м/с.

**2** Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жёсткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. Определите удлинение правой пружины.

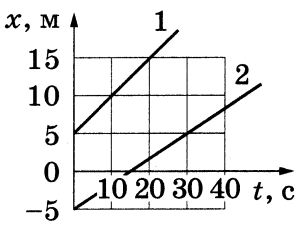



Ответ: _____ см.

**3** Легковой автомобиль и автобус движутся со скоростями $v_1 = 120$ км/ч и $v_2 = 80$ км/ч соответственно. Масса автобуса 6000 кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение модуля импульса автобуса к модулю импульса легкового автомобиля равно 2,5?

Ответ: _____ кг.

**4** На рисунке приведены графики зависимости координат $x$ двух тел, прямолинейно движущихся по оси $Ox$, от времени $t$. На основании графиков выберите все верные утверждения о движении тел.



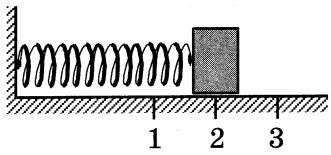

1) Проекция $v_{1x}$ скорости тела 1 в 2 раза больше проекции $v_{2x}$ скорости тела 2.
2) В момент времени 15 с тело 2 изменило направление своего движения.
3) Проекция $a_{1x}$ ускорения тела 1 равно нулю.
4) Проекция $v_{1x}$ скорости тела 1 равна 0,5 м/с.
5) Оба тела движутся равномерно в положительном направлении оси $Ox$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются модуль скорости груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



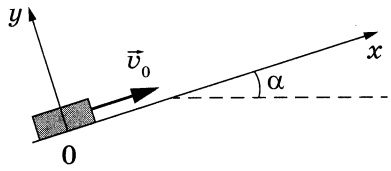

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль скорости груза | Жёсткость пружины |
|---|---|
| | |

**6** После удара шайба массой $m$ начала скользить с начальной скоростью $\vec{v}_0$ вверх по плоскости, установленной под углом $\alpha$ к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси $Ox$ на расстояние $s$, шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен $\mu$. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение шайбы.




Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\mu mg\cos\alpha$
Б) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль проекции силы тяжести на ось $Oy$
2) модуль силы трения
3) модуль ускорения шайбы при её движении вверх
4) модуль ускорения шайбы при её движении вниз

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** 2 моль идеального газа при температуре $3T_0$ и давлении $3p_0$ занимают объём $V_0$. Сколько моль идеального газа будут занимать объём $1{,}5V_0$ при температуре $2T_0$ и давлении $p_0$?

Ответ: _____ моль.

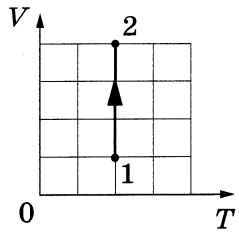
**8** Температура куска свинца массой 400 г увеличилась с 30 °С до 80 °С. Какое количество теплоты сообщили куску свинца?

Ответ: _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

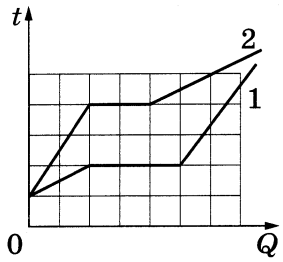
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** На $VT$-диаграмме показан процесс изменения состояния 1 моль одноатомного идеального газа. Газ в этом процессе совершил работу, равную 4 кДж. Какое количество теплоты получил газ?




Ответ: _____ кДж.

**10** На рисунке представлены графики зависимости температуры $t$ двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты $Q$. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.




Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
2) Температура плавления первого тела в 2 раза ниже, чем температура плавления второго тела.
3) Удельная теплота плавления первого тела в 1,5 раза больше удельной теплоты плавления второго тела.
4) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза меньше, чем первого.
5) Второе тело, находящееся в твёрдом агрегатном состоянии, при охлаждении на 10 °C отдаст в окружающую среду большее количество теплоты, чем первое тело, находящееся в твёрдом агрегатном состоянии, при таком же охлаждении.

Ответ: _____.

**11** Детский тёмно-зелёный воздушный шарик надули в тени под деревом, а затем вынесли на солнечный пляж. Как начали при этом изменяться объём воздуха в шарике и средняя кинетическая энергия молекул в шарике? Оболочка шарика тонкая, упругая и мягкая.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

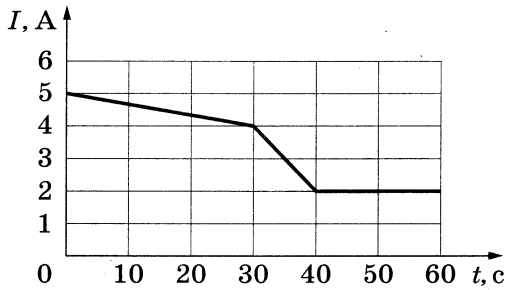
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Объём воздуха в шарике | Средняя кинетическая энергия молекул |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за время от 0 до 40 с.

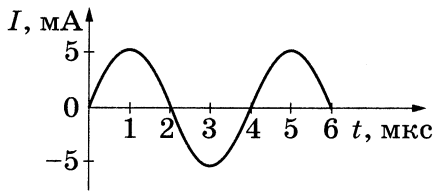



Ответ: _____ Кл.

**13** Две частицы с зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $v_1 = v$ и $v_2 = 2v$ соответственно. Определите отношение модулей сил $F_1 : F_2$, действующих на них со стороны магнитного поля.

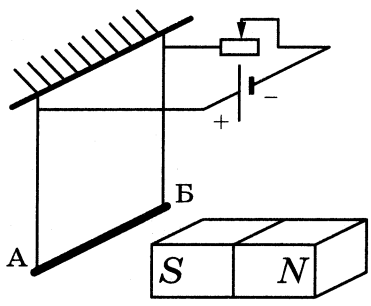
Ответ: _____.

**14** На рисунке приведён график зависимости силы тока в идеальном колебательном контуре от времени в процессе свободных электромагнитных колебаний. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую, индуктивность которой в 4 раза больше?




Ответ: _____ мкс.

**15** Проводник АБ подвешен на тонких проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают ***влево***.




Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения, характеризующие данный процесс.

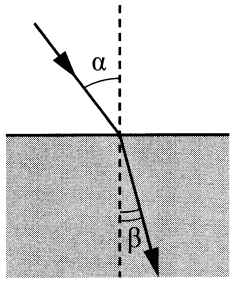
1) Сопротивление реостата увеличивается.
2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены вправо.
3) Сила тока, протекающего через проводник АБ, увеличивается.
4) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
5) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшаются.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при этом с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью распространения света?




Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Период колебаний | Скорость света |
|---|---|
| | |

**17** В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор скорости $\vec{v}_0$ частицы параллелен вектору напряжённости электрического поля $\vec{E}$ (рис. *а*). Во второй установке вектор скорости $\vec{v}_0$ отрицательно заряженной частицы перпендикулярен вектору индукции магнитного поля $\vec{B}$ (рис. *б*).

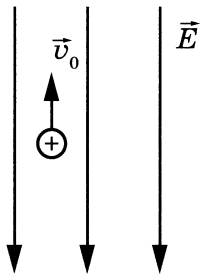



Рис. *а*

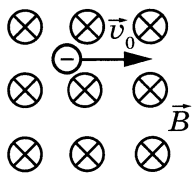



Рис. *б*

По каким траекториям движутся частицы в этих установках? Силой тяжести пренебречь.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

А) в первой установке
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

1) прямая линия
2) окружность
3) спираль
4) парабола

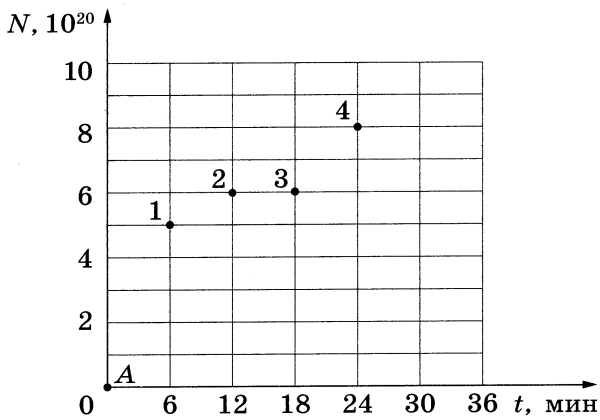
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** Ядра хрома $^{56}_{24}Cr$ испытывают $\beta^-$-распад с периодом полураспада 6 мин. В результате распада образуются долгоживущие ядра марганца $^{56}_{25}Mn$. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер этого изотопа хрома. Через какую из точек (1, 2, 3 или 4), кроме точки $A$, пройдёт график зависимости от времени числа образовавшихся ядер марганца?




Ответ: через точку _____.

**19** Монохроматический свет с длиной волны $\lambda$ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При изменении энергии падающих фотонов увеличивается модуль запирающего напряжения $U_{зап}$.

Как изменяются при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов | Длина волны $\lambda_{кр}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При равноускоренном движении скорость тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.
2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура возрастает.
3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника и его ЭДС.
4) В продольной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
5) В результате $\alpha$-распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева на две клетки ближе к началу.

Ответ: _____.

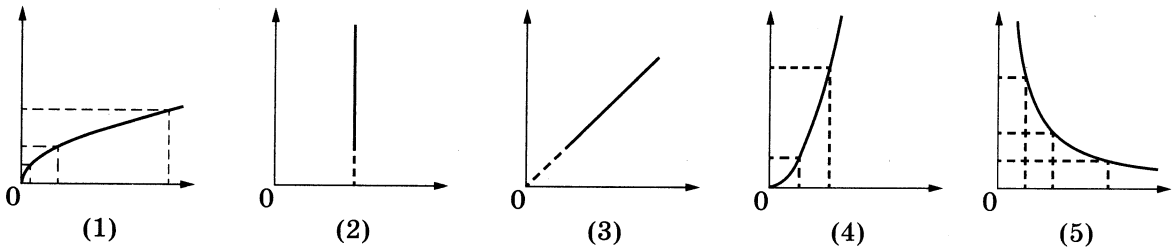
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника с жёсткостью пружины $k$ от массы груза;
Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе;
В) зависимость сопротивления цилиндрического медного проводника длиной $l$ от площади его поперечного сечения.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

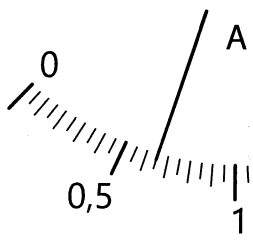



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания амперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от объёма газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами при различной температуре (см. таблицу). Массы газов одинаковы. Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

| № сосуда | Объём сосуда, л | Температура газа в сосуде, К | Газ в сосуде |
|---|---|---|---|
| 1 | 6 | 320 | аргон |
| 2 | 5 | 350 | неон |
| 3 | 4 | 320 | аргон |
| 4 | 4 | 270 | аргон |
| 5 | 4 | 300 | неон |

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

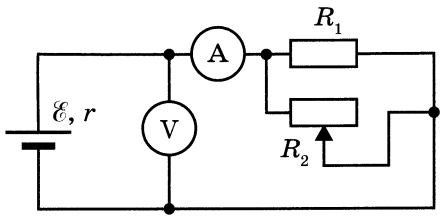
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов — идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата ***влево***? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

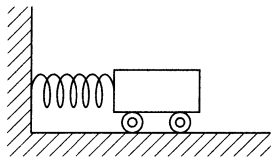



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

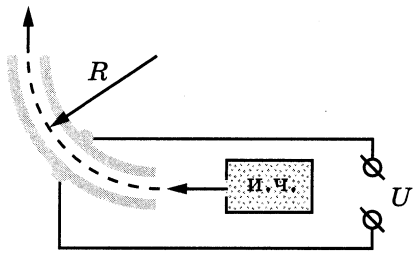
**25** Тележка массой 2 кг, прикреплённая к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.



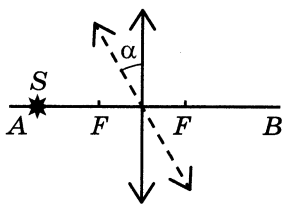
**26** Лазер излучает в импульсе длительностью 20 мс $10^{19}$ фотонов с длиной волны 600 нм. Какова средняя мощность импульса лазера?

**27** В комнате при 20 °С относительная влажность воздуха составляет 40 %. При умеренной физической нагрузке через лёгкие человека проходит 15 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34 °С и относительную влажность 100 %. Давление насыщенного водяного пара при 20 °С равно 2,34 кПа, а при 34 °С — 5,32 кПа. Какую массу воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что объём выдыхаемого воздуха равен объёму, который проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате считать неизменной.

**28** На рисунке показана схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц, вылетающих из источника частиц (и.ч.), для последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиусом $R$. При первоначальном напряжении $U$ в промежутке между обкладками конденсатора, не касаясь их, пролетают молекулы интересующего исследователей вещества, потерявшие один электрон. Во сколько раз нужно изменить скорость частиц, чтобы сквозь него могли пролетать такие же, но дважды ионизированные молекулы (потерявшие два электрона), при том же напряжении на обкладках конденсатора? Считать, что расстояние между пластинами мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.



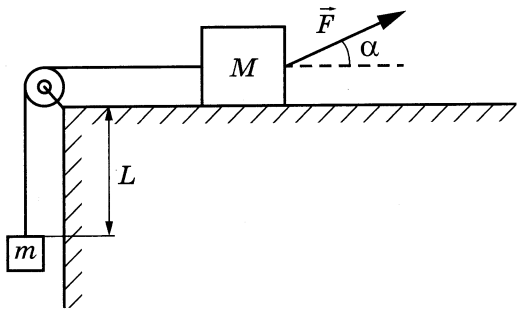

**29** Точечный источник света $S$ расположен на расстоянии 40 см от оптического центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м на её главной оптической оси $AB$. При повороте линзы на угол α относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через оптический центр линзы, изображение источника сместилось вдоль прямой $AB$ на 10 см. Определите угол поворота линзы. Сделайте пояснительный чертёж, указав ход лучей в линзе для обоих случаев её расположения.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила $\vec{F}$, направленная под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии $L = 32$ см от края стола. За какое время груз поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0{,}3$? Сделайте схематичный рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 7

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

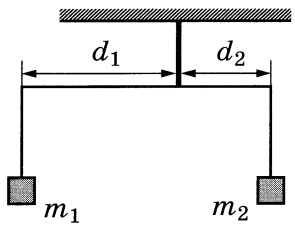
**1** Материальная точка движется по окружности радиусом $R$ с постоянной по модулю скоростью $v$. Во сколько раз уменьшится центростремительное ускорение точки, если скорость уменьшить в 2 раза, а радиус окружности в 2 раза увеличить?

Ответ: в _____ раз(а).

**2** Два маленьких шарика массой $m$ каждый находятся на расстоянии $r$ друг от друга и притягиваются друг к другу с силой 8 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса каждого из них равна $2m$, а расстояние между ними равно $\frac{r}{2}$?

Ответ: _____ нН.

**3** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу второго груза уменьшили в 4 раза. Во сколько раз нужно увеличить плечо $d_2$, чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)




Ответ: в _____ раз(а).

**4** Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

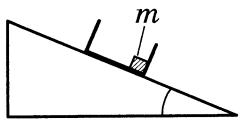
1) Равнодействующая сил, действующих на гирю, равна 20 Н и направлена вертикально вверх.
2) Сила, с которой гиря действует на мальчика, равна 100 Н и направлена вертикально вниз.
3) Гиря действует на руку мальчика с силой 120 Н, направленной вертикально вниз.
4) Если мальчик приложит к гире силу 102 Н, направленную вертикально вверх, он не сможет её поднять.
5) Ускорение гири равно 8 м/с$^2$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой $m$ (см. рисунок). Как изменятся время, за которое коробочка съезжает с наклонной плоскости, и сила трения коробочки о плоскость, если в коробочке будет лежать груз массой $2m$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

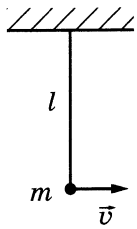



1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Время движения коробочки | Сила трения |
|---|---|
| | |

**6** Шарик массой $m$ висел неподвижно на невесомой нерастяжимой нити длиной $l$. В результате толчка шарик приобрёл скорость $\vec{v}$, направленную горизонтально (см. рисунок), и начал совершать колебания в вертикальной плоскости.




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ($g$ — ускорение свободного падения).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная высота подъёма шарика относительно первоначального положения
Б) модуль силы натяжения нити в нижней точке траектории движения шарика

ФОРМУЛЫ

1) $m\left(g-\frac{v^2}{l}\right)$
2) $\frac{v^2}{2g}$
3) $\frac{mv^2}{2g}$
4) $m\left(g+\frac{v^2}{l}\right)$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Давление разреженного газа в сосуде увеличили вдвое, при этом абсолютная температура газа была уменьшена в 4 раза. Во сколько раз при этом увеличили концентрацию молекул газа?

Ответ: в _____ раз(а).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

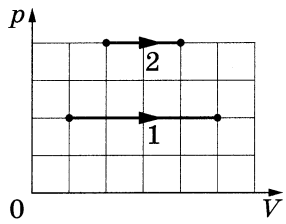
**8** Температура тела $A$ равна 400 К, температура тела $Б$ равна −23 °С. Какова разность температур между телами?

Ответ: _____ К.

**9** Рабочее тело теплового двигателя за цикл совершает работу, равную 15 кДж, и отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 75 кДж. Какое количество теплоты рабочее тело получает от нагревателя за цикл?

Ответ: _____ кДж.

**10** На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона ($p$ — давление неона; $V$ — его объём).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3) Работа, совершённая неоном, в обоих процессах одинакова.
4) В процессе 1 объём неона изобарно увеличился в 4 раза.
5) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.

Ответ: _____.

**11** В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 2 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль второго газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление второго газа и суммарное давление газов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилось
2) уменьшилось
3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Парциальное давление второго газа | Давление смеси газов |
|---|---|
| | |

**12** Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +7$ нКл и $q_2 = -3$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

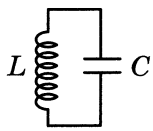
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**13** Ток какой силы должен протекать через катушку индуктивностью 0,5 Гн, чтобы энергия магнитного поля в катушке была равна 40 мДж?

Ответ: _____ А.

**14** В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 2{,}5$ В, $\omega = 400\pi\,\text{с}^{-1}$. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.




Ответ: _____ с.

**15** От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс другого полосового магнита (см. рисунок).

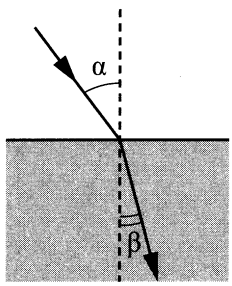



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этих опытов.

1) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
2) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
3) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
4) Кольцо № 1 с магнитом не взаимодействует.
5) В результате движения магнита вблизи кольца № 1 возникает явление электростатической индукции.

Ответ: _____.

**16** Плоская световая волна переходит из воздуха в глицерин (см. рисунок). Что происходит при этом переходе с периодом электромагнитных колебаний в световой волне и с длиной волны?




Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Период электромагнитных колебаний | Длина волны |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью $L$. Напряжение на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $u(t) = U_0 \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) заряд конденсатора $q(t)$ в колебательном контуре

Б) энергия $W_C(t)$ электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U_0}{\omega L}\cos \omega t$

2) $\frac{U_0^2}{2L\omega^2}\cos^2 \omega t$

3) $\frac{U_0}{\omega^2 L}\sin \omega t$

4) $\frac{U_0^2}{2L\omega^2} \cdot \sin^2 \omega t$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Период полураспада изотопа магния $^{28}_{12}Mg$ составляет 21 ч. За сколько часов первоначальное большое число атомов этого изотопа уменьшится в 4 раза?

Ответ: за _____ ч.

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент поочерёдно освещался через разные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только оранжевый свет, а во второй — пропускающий только синий. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта | Модуль запирающего напряжения |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

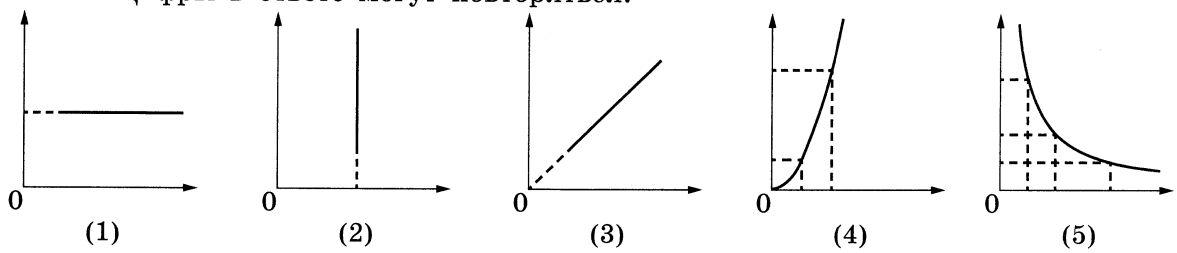
1) Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.
2) Теплопередача путём теплопроводности происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.
4) Электромагнитные колебания в контуре являются гармоническими, если заряд конденсатора с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.
5) β-излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при распаде ядер.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, равномерно движущейся по окружности, от радиуса окружности;
Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;
В) зависимость модуля ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, от её индуктивности.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

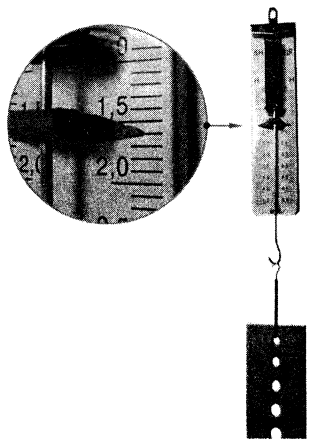



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** При помощи динамометра измеряют силу тяжести, действующую на пластину (см. рисунок). Динамометр проградуирован в ньютонах. Абсолютная погрешность прямого измерения силы динамометром равна цене деления. Какова сила тяжести, действующая на пластину, по показаниям динамометра?




Ответ: (_____ ± _____) Н.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от массы газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу).

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

| № сосуда | Давление, кПа | Температура газа в сосуде, °С | Масса газа, г |
|---|---|---|---|
| 1 | 200 | 25 | 4 |
| 2 | 260 | 30 | 8 |
| 3 | 260 | 30 | 6 |
| 4 | 300 | 35 | 6 |
| 5 | 200 | 35 | 4 |

Запишите в ответе номера выбранных сосудов.

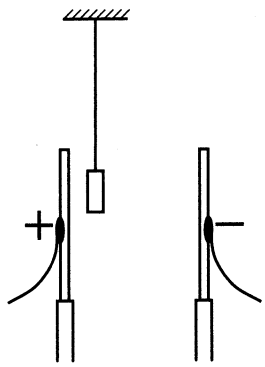
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Между двумя металлическими близко расположенными вертикальными пластинами, укреплёнными на изолирующих подставках, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу (см. рисунок). Когда к пластинам приложили постоянное высокое напряжение, гильза пришла в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите движение гильзы и объясните его.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Тележка массой 30 кг движется со скоростью 2 м/с по гладкой горизонтальной дороге. Мальчик массой 50 кг догоняет тележку и запрыгивает на неё. С какой горизонтальной скоростью относительно дороги должен бежать мальчик, если после взаимодействия тележка станет двигаться со скоростью 3 м/с?

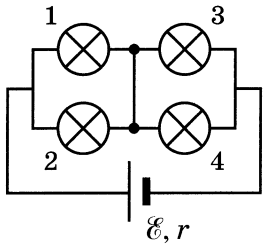
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находится на расстоянии 12 см от линзы. Оптическая сила линзы 15 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

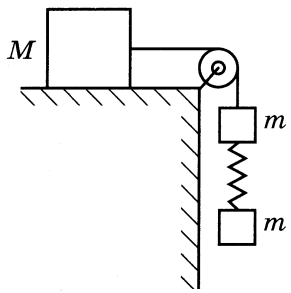
**27** В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 100$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха $\varphi_1$ в ней равна 60 %. Какой станет относительная влажность этого воздуха $\varphi_2$, если трубку поставить вертикально открытым концом вверх? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

**28** Какая тепловая мощность выделяется на лампе 2 в схеме, изображённой на рисунке? Все лампы, включённые в схему, имеют одинаковое сопротивление $R = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС $\mathscr{E} = 110$ В.




**29** Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $\vec{E}$ направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

**30** Груз массой $M = 800$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой $m = 400$ г. К этому бруску на лёгкой пружине жёсткостью $k = 80$ Н/м подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины $l = 10$ см, коэффициент трения груза о поверхность стола $\mu = 0{,}2$. Определите длину пружины при движении брусков, считая, что при этом движении она постоянна. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 8

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

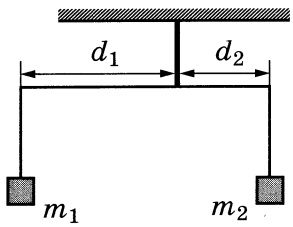
**1** Материальная точка движется по окружности радиусом $R$ с частотой обращения $\nu$. Во сколько раз нужно уменьшить частоту обращения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 4 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

Ответ: в _____ раз(а).

**2** Два маленьких шарика массой $m$ каждый находятся на расстоянии $r$ друг от друга и притягиваются друг к другу с силой 32 нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса каждого из них равна $\frac{m}{2}$, а расстояние между ними равно $2r$?

Ответ: _____ нН.

**3** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 2 раза. Во сколько раз нужно уменьшить плечо $d_1$, чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)




Ответ: в _____ раз(а).

**4** Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

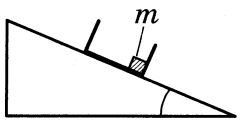
1) Равнодействующая сил, действующих на гирю, равна 120 Н и направлена вертикально вверх.
2) Сила, с которой гиря действует на мальчика, равна 120 Н и направлена вертикально вниз.
3) Вес гири равен 100 Н.
4) Если мальчик приложит к гире силу 102 Н, направленную вертикально вверх, он сможет её поднять.
5) Ускорение гири равно 2 м/с$^2$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой $m$ (см. рисунок). Как изменятся ускорение коробочки и работа силы тяжести, действующей на коробочку с грузом, при перемещении коробочки от вершины до основания наклонной плоскости, если в коробочке будет лежать груз массой $\frac{m}{2}$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

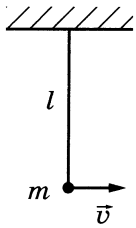



1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Ускорение коробочки | Работа силы тяжести |
|---|---|
| | |

**6** Шарик массой $m$ висел неподвижно на невесомой нерастяжимой нити длиной $l$. В результате толчка шарик приобрёл скорость $\vec{v}$, направленную горизонтально (см. рисунок), и начал совершать колебания в вертикальной плоскости.




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ($g$ — ускорение свободного падения).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) минимальное время, через которое шарик вернётся в исходное положение

Б) модуль равнодействующей сил, действующих на шарик, в нижней точке его траектории движения

ФОРМУЛЫ

1) $\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

2) $2mg$

3) $\frac{mv^2}{l}$

4) $\pi\sqrt{\frac{2lv}{mg}}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Концентрация молекул разреженного газа в сосуде была увеличена вдвое, а абсолютная температура газа была уменьшена в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а).

**8** Температура тела $A$ равна −10 °C, температура тела $Б$ равна 350 К. Какова разность температур между телами?

Ответ: _____ К.

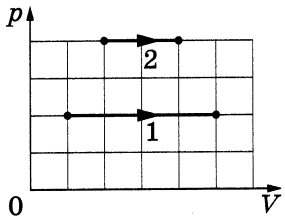
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** Рабочее тело теплового двигателя за цикл совершает работу, равную 15 кДж, и получает от нагревателя количество теплоты, равное 75 кДж. Какое количество теплоты рабочее тело отдаёт холодильнику за цикл?

Ответ: _____ кДж.

**10** На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного гелия ($p$ — давление гелия; $V$ — его объём).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

1) В процессе 2 абсолютная температура гелия изобарно уменьшилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность гелия уменьшилась в 5 раз.
3) Работа, совершённая гелием, в процессе 1 в 2 раза больше работы, совершённой в процессе 2.
4) В процессе 1 внутренняя энергия гелия изобарно увеличилась в 5 раз.
5) В процессе 2 концентрация молекул гелия уменьшилась в 2 раза.

Ответ: _____.

**11** В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и суммарное давление газов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилось
2) уменьшилось
3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Парциальное давление первого газа | Давление смеси газов |
|---|---|
| | |

**12** Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -3$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

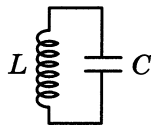
**13** Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью 0,1 Гн, по которой протекает ток 2 А.

Ответ: _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 2{,}5$ В, $\omega = 400\pi$ с$^{-1}$. Определите частоту колебаний энергии магнитного поля катушки.




Ответ: _____ Гц.

**15** От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс другого полосового магнита (см. рисунок).

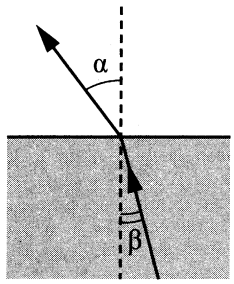



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этих опытов.

1) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
2) В кольце № 1 возникает индукционный ток.
3) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
4) Кольцо № 1 отталкивается от магнита.
5) Кольцо № 2 следует за магнитом.

Ответ: _____.

**16** Плоская световая волна переходит из глицерина в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом переходе со скоростью распространения световой волны и с длиной волны?




Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Скорость распространения волны | Длина волны |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью $L$. Напряжение на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $u(t) = U_0 \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U_0}{\omega L}\cos \omega t$
2) $\frac{U_0^2}{2L\omega^2}\cos^2 \omega t$
3) $\frac{\omega L}{U_0}\sin \omega t$
4) $\frac{U_0^2}{2L\omega^2} \cdot \sin^2 \omega t$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Период полураспада изотопа магния $^{28}_{12}Mg$ составляет 21 ч. Во сколько раз уменьшится первоначальное большое число атомов этого изотопа за 63 часа от начала наблюдения?

Ответ: в _____ раз(а).

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент поочерёдно освещался через разные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — пропускающий только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменились длина падающей световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина световой волны, падающей на фотоэлемент | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

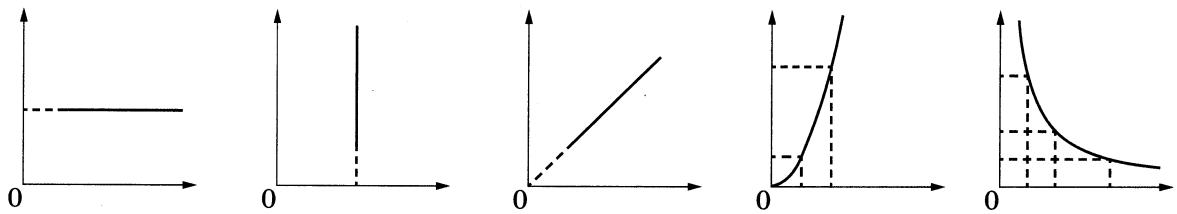
1) Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его скорость.
2) Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.
4) Свободные электрические колебания можно наблюдать в электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых резистора и конденсатора.
5) β-излучение представляет собой поток протонов или нейтронов, возникающих при распаде ядер.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, движущейся по окружности с радиусом $R$, от линейной скорости точки;
Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изохорном процессе;
В) зависимость модуля магнитного потока через катушку индуктивностью $L$ от силы тока в катушке.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

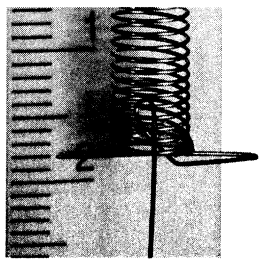



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Школьник при выполнении лабораторной работы при помощи динамометра измеряет силу (см. рисунок). Динамометр проградуирован в ньютонах. Абсолютная погрешность прямого измерения силы динамометром равна цене деления. Каков результат измерения силы с учётом погрешности по показаниям динамометра?



Ответ: (_____ ± _____) Н.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объёма газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу).

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

| № сосуда | Давление, кПа | Температура газа в сосуде, °С | Масса газа, г |
|---|---|---|---|
| 1 | 200 | 25 | 4 |
| 2 | 260 | 30 | 8 |
| 3 | 260 | 30 | 6 |
| 4 | 300 | 35 | 6 |
| 5 | 200 | 35 | 4 |

В ответ запишите номера выбранных сосудов.

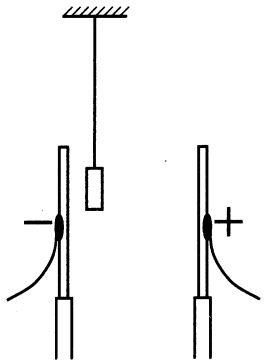
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Между двумя металлическими близко расположенными вертикальными пластинами, укреплёнными на изолирующих подставках, подвесили на длинной шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу (см. рисунок). Когда к пластинам приложили постоянное высокое напряжение, гильза пришла в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите движение гильзы и объясните его.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Тележка массой 50 кг движется со скоростью 1 м/с по гладкой горизонтальной дороге. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик массой 50 кг догонит тележку и запрыгнет на неё с горизонтальной скоростью 2 м/с относительно дороги?

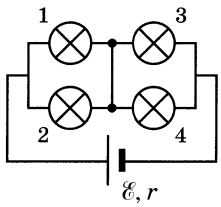
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

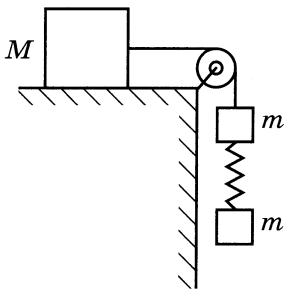
**27** В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха $\varphi_1$ в ней равна 80 %. Какой станет относительная влажность этого воздуха $\varphi_2$, если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

**28** Определите КПД источника в схеме, изображённой на рисунке. Все лампы, включённые в схему, имеют одинаковое сопротивление $R = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС $\mathscr{E} = 110$ В.




**29** Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости $\vec{E}$ поля направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Измерения показали, что на расстоянии 10 см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 15,9 эВ. Определите работу выхода электронов из данного металла.

**30** Груз массой $M = 800$ г соединён невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с бруском массой $m = 400$ г. К этому бруску на лёгкой пружине подвешен второй такой же брусок. Длина нерастянутой пружины $l = 10$ см, коэффициент трения груза о поверхность стола $\mu = 0{,}2$. Длина пружины при движении брусков остаётся постоянной и равна $L = 14$ см. Определите жёсткость пружины. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

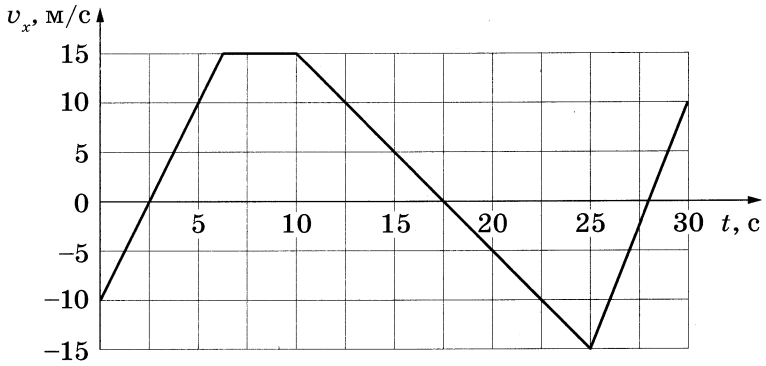
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 9

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.




Определите проекцию $a_x$ ускорения этого тела в момент времени 15 секунд.

Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какова масса тела, которому сила 60 Н сообщает такое же ускорение?

Ответ: _____ кг.

**3** У входа в вертикальную шахту произведён выстрел. Через какое время после выстрела звук выстрела вернётся к стрелку, отразившись от дна шахты, если её глубина 85 м? Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.

Ответ: _____ с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени $t = 0$. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

| Время, с | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Модуль скорости, м/с | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |

1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 0,8 м.
2) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
3) В момент времени $t = 0{,}2$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.
4) На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
5) За 0,7 секунд полета путь тела составил 1,45 м.

Ответ: _____.

**5** В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличилась. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и частота его обращения вокруг Земли?

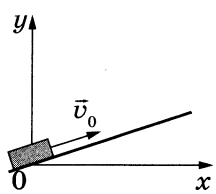
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение спутника | Частота обращения спутника вокруг Земли |
|---|---|
| | |

**6** После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке. В момент времени $t_0$ шайба вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.




Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

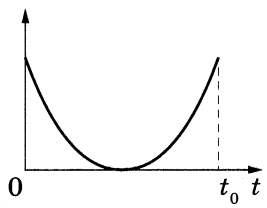
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

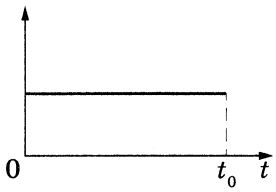
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция скорости $\upsilon_x$
3) полная механическая энергия $E_{мех}$
4) проекция ускорения $a_y$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Давление разреженного газа в сосуде возросло в 6 раз, а средняя энергия поступательного теплового движения его молекул возросла в 2 раза. Во сколько раз увеличилась концентрация молекул газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

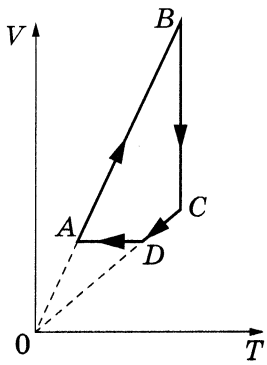
**8** Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза?

Ответ: _____ %.

**9** Рабочее тело тепловой машины с КПД 15 % за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 60 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

**10** На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V$–$T$, где $V$ — объём газа, $T$ — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.

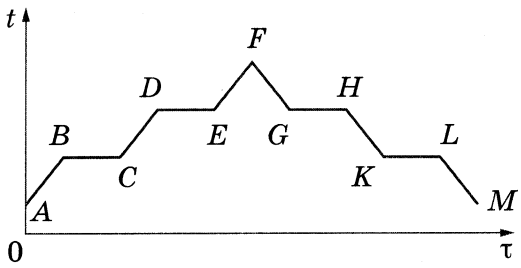
1) Давление газа в процессе $CD$ постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
2) В процессе $DA$ давление газа изохорно уменьшается.
3) В процессе $AB$ газ отдаёт в окружающую среду положительное количество теплоты.
4) В состоянии $B$ концентрация атомов газа максимальна.
5) В процессе $BC$ внутренняя энергия газа остается постоянной.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**11** В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в горячую печь, а затем выставили на холод. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества с течением времени $\tau$. Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.



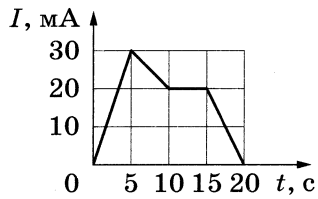

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| УЧАСТКИ ГРАФИКА | ПРОЦЕССЫ |
|---|---|
| А) $KL$ | 1) кристаллизация |
| Б) $FG$ | 2) охлаждение пара |
| | 3) плавление |
| | 4) конденсация |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** На рисунке показана зависимость силы тока $I$ в проводнике от времени $t$. Определите заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от 0 до 10 с.

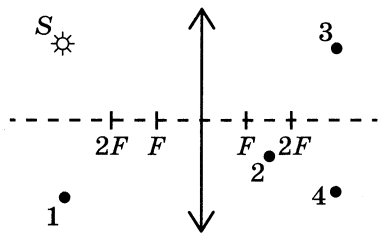



Ответ: _____ мКл.

**13** В однородном магнитном поле индукцией 0,4 Тл находится проволочный контур, выполненный в форме квадрата со стороной 10 см. Вектор индукции магнитного поля перпендикулярен плоскости контура. Определите магнитный поток, пронизывающий контур.

Ответ: _____ мВб.

**14** Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки $S$, полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием $F$ (см. рисунок)?

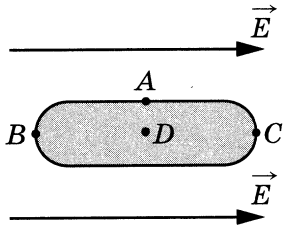



Ответ: точка _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**15** Незаряженное металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.

1) Напряжённость электрического поля в точке $D$ равна нулю.
2) Потенциалы точек $B$ и $C$ равны.
3) Концентрация свободных электронов в точке $A$ наибольшая.
4) В точке $B$ индуцируется отрицательный заряд.
5) В точке $A$ индуцируется положительный заряд.

Ответ: _____.

**16** Заряженный конденсатор подключили к резистору, и конденсатор стал разряжаться. Как меняются в процессе разрядки конденсатора его электроёмкость и разность потенциалов между обкладками конденсатора?

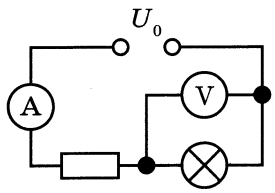
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Электроёмкость конденсатора | Разность потенциалов между обкладками конденсатора |
|---|---|
| | |

**17** Электрическая цепь, изображённая на рисунке, подключена к аккумулятору с напряжением $U_0$ и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно $I$ и $U$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.




К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) мощность, потребляемая лампой
Б) сопротивление резистора

ФОРМУЛЫ

1) $UI$
2) $(U_0 - U)I$
3) $\dfrac{U_0 - U}{I}$
4) $\dfrac{U}{I}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид: $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}04$ с$^{-1}$. Какой процент этих ядер распадётся за 50 с?

Ответ: _____ %.

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй — пропускающий только красный свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменились длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны света, падающего на фотоэлемент | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) В инерциальной системе отсчёта изменение импульса тела равно импульсу равнодействующей сил, действующих на тело.
2) При постоянном давлении работа газа при расширении прямо пропорциональна изменению его объёма.
3) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
4) Если замкнутый проводящий контур покоится в однородном магнитном поле, то в нём возникает индукционный ток.
5) Энергия связи ядра равна той энергии, которая выделяется при образовании ядра из отдельных протонов и нейтронов.

Ответ: _____.

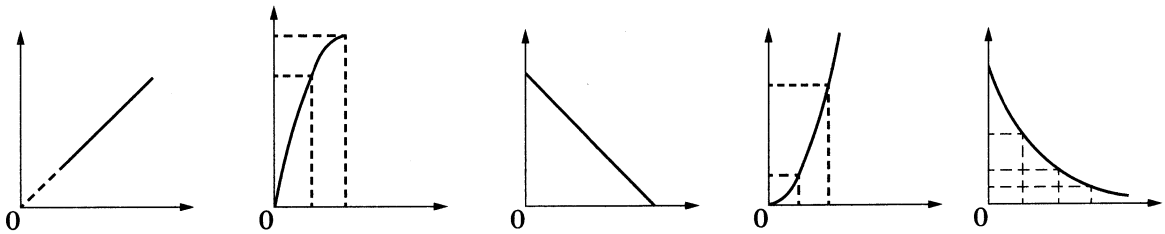
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного телом, брошенным вертикально вверх, от времени от начала движения до верхней точки траектории;
Б) зависимость количества теплоты, необходимого для кипения вещества, от его массы;
В) зависимость магнитного потока от площади поверхности в однородном магнитном поле.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

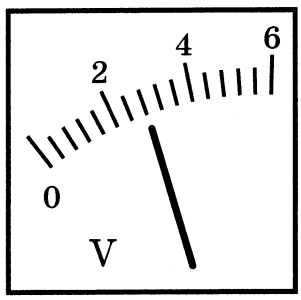



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра. Вольтметр проградуирован в вольтах.




Ответ: (_____ ± _____) В.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от массы груза. У него имеется пять пружинных маятников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два маятника необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование? Грузы сплошные.

| № маятника | Жёсткость пружины, Н/м | Объём груза, $см^3$ | Материал, из которого сделан груз |
|---|---|---|---|
| 1 | 40 | 30 | алюминий |
| 2 | 60 | 60 | алюминий |
| 3 | 40 | 30 | медь |
| 4 | 10 | 30 | алюминий |
| 5 | 10 | 60 | медь |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

Ответ:

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

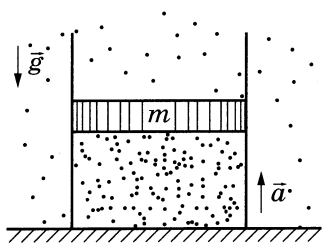
**24** Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной диэлектрической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Последний километр пути перед остановкой поезд преодолел за 250 с. Какова была скорость поезда в начале торможения? Ускорение поезда считать постоянным.

**26** На дифракционную решётку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5{,}6 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

**27** В вертикальном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками под подвижным поршнем площадью поперечного сечения 50 см$^2$ находится разреженный газ (см. рисунок). При движении сосуда по вертикали с ускорением, направленным вверх и равным по модулю 2 м/с$^2$, высота столба газа под поршнем постоянна и на 5 % меньше, чем в покоящемся сосуде. Считая температуру газа под поршнем неизменной, а наружное давление постоянным и равным 28 кПа, определите массу поршня. Масса газа под поршнем постоянна.



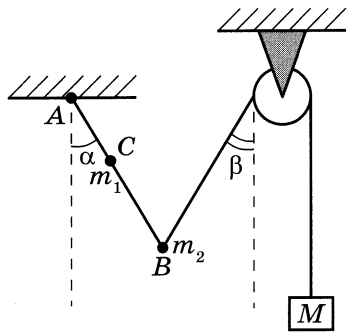

**28** Ион с зарядом $q = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1{,}5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 10^3$ В и после этого попадает в однородное магнитное поле, в котором движется по окружности радиусом $R = 0{,}3$ м. Определите модуль индукции $B$ магнитного поля. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** На расстоянии 6 м от точечного источника монохроматического излучения с длиной волны 0,6 мкм перпендикулярно падающим лучам расположена пластинка площадью 8 мм$^2$, на которую падает ежесекундно $6 \cdot 10^{12}$ фотонов. Какова мощность излучения источника, если он излучает свет одинаково во все стороны? Площадь сферы радиусом $R$ рассчитывается по формуле: $S = 4\pi R^2$.

**30** Невесомый стержень $AB$ с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках $C$ и $B$ соответственно, шарнирно закреплён в точке $A$. Груз массой $M = 100$ г подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30°$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30°$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину $l$ стержня $AB$. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз $M$ и стержень.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

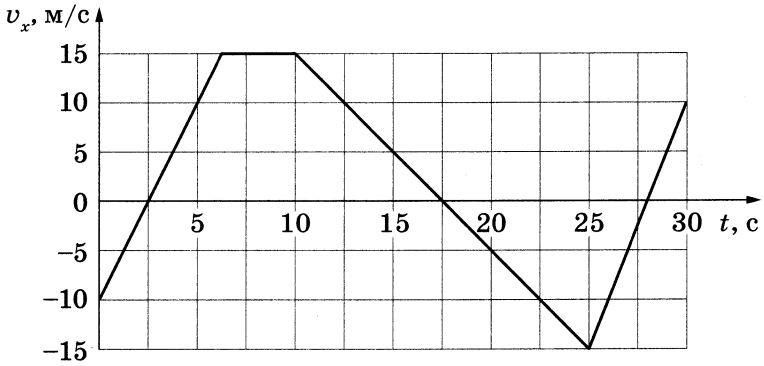
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 10

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.




Определите проекцию $a_x$ ускорения этого тела в момент времени 26 секунд.

Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщает такое же ускорение телу массой 3 кг?

Ответ: _____ Н.

**3** У входа в вертикальную шахту произведён выстрел. Через 1,5 с после выстрела звук выстрела вернулся к стрелку, отразившись от дна шахты. Какова глубина шахты? Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.

Ответ: _____ м.

**4** Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени $t = 0$. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

| Время, с | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Модуль скорости, м/с | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,25 м.
2) Начальная скорость тела была равна 5 м/с.
3) В момент времени $t = 0{,}2$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.
4) На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела была равна 4,0 м/с.
5) За 0,7 секунд полета путь тела составил 1,65 м.

Ответ: _____.

**5** В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли уменьшилась. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и частота его обращения вокруг Земли?

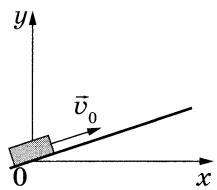
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение спутника | Частота обращения спутника вокруг Земли |
|---|---|
| | |

**6** После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке. В момент времени $t_0$ шайба вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

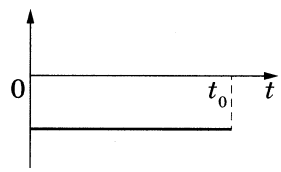



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

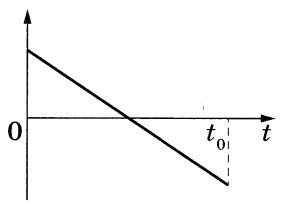
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция скорости $v_x$
3) полная механическая энергия $E_{мех}$
4) проекция ускорения $a_y$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** Концентрация молекул разреженного газа в сосуде возросла в 4 раза, а средняя энергия поступательного теплового движения его молекул уменьшилась в 2,5 раза. Во сколько раз увеличилось давление газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

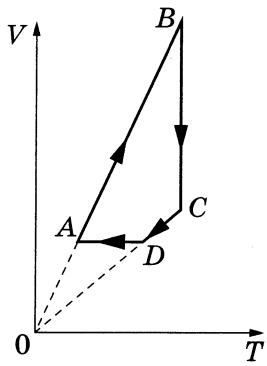
**8** Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде, если объём сосуда при неизменной температуре увеличить в 1,5 раза?

Ответ: _____ %.

**9** Рабочее тело тепловой машины с КПД 15 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 340 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

**10** На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V$–$T$, где $V$ — объём газа, $T$ — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

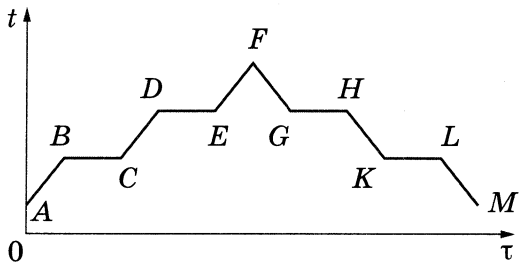



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.

1) Давление газа в процессе $CD$ постоянно, при этом над газом внешние силы совершают положительную работу.
2) В процессе $DA$ давление газа изохорно увеличивается.
3) В процессе $AB$ газ получает положительное количество теплоты.
4) В состоянии $B$ концентрация атомов газа минимальна.
5) В процессе $BC$ внутренняя энергия газа уменьшается.

Ответ: _____.

**11** В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в горячую печь, а затем выставили на холод. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества с течением времени $\tau$. Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.




К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| УЧАСТКИ ГРАФИКА | ПРОЦЕССЫ |
|---|---|
| А) $GH$ | 1) кристаллизация |
| Б) $HK$ | 2) охлаждение жидкости |
| | 3) плавление |
| | 4) конденсация |

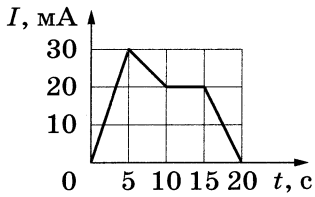
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** На рисунке показана зависимость силы тока $I$ в проводнике от времени $t$. Определите заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от 5 до 15 с.

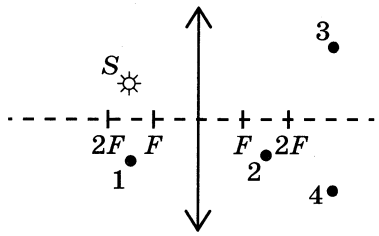



Ответ: _____ мКл.

**13** В однородном магнитном поле индукцией 0,8 Тл находится проволочный контур, выполненный в форме квадрата со стороной 20 см. Вектор индукции магнитного поля параллелен плоскости контура. Определите магнитный поток, пронизывающий контур.

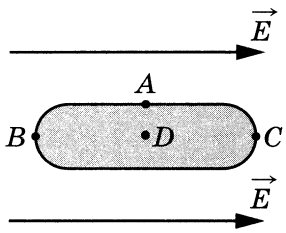
Ответ: _____ мВб.

**14** Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки $S$, полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием $F$ (см. рисунок)?




Ответ: точка _____.

**15** Незаряженное металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.

1) Напряжённость электрического поля снаружи тела вблизи точки $C$ не равна нулю.
2) Потенциал в точке $B$ больше потенциала в точке $D$.
3) Концентрация свободных электронов в точке $C$ наименьшая.
4) В точке $D$ индуцируется отрицательный заряд.
5) В точке $A$ индуцируется положительный заряд.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Заряженный конденсатор подключили к резистору, и конденсатор стал разряжаться. Как меняются в процессе разрядки конденсатора его заряд и энергия электрического поля внутри конденсатора?

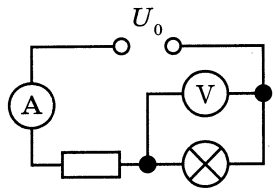
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Заряд конденсатора | Энергия электрического поля конденсатора |
|---|---|
| | |

**17** Электрическая цепь, изображённая на рисунке, подключена к аккумулятору с напряжением $U_0$ и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Показания идеальных амперметра и вольтметра равны соответственно $I$ и $U$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.




К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) мощность, потребляемая резистором
Б) сопротивление лампы

ФОРМУЛЫ

1) $UI$
2) $(U_0 - U)I$
3) $\dfrac{U_0 - U}{I}$
4) $\dfrac{U}{I}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид: $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}04$ с$^{-1}$. Определите период полураспада этих ядер.

Ответ: _____ с.

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — пропускающий только синий свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Как изменились длина волны света, падающего на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны света, падающего на фотоэлемент | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

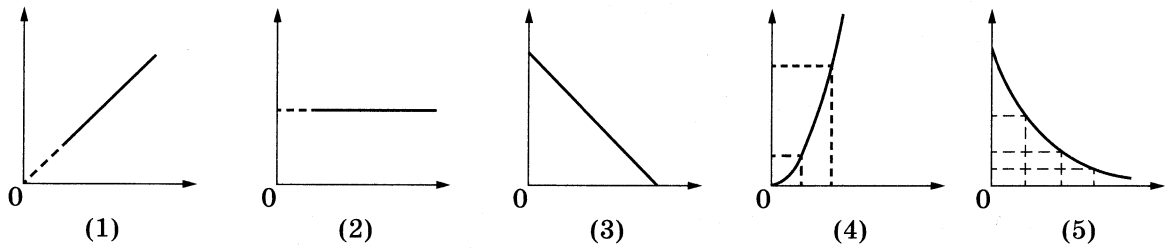
1) Атмосферное давление возрастает с высотой над поверхностью Земли.
2) При неизменной температуре нагревателя КПД идеальной тепловой машины повышается с понижением температуры холодильника.
3) Одноимённые точечные электрические заряды отталкиваются друг от друга, разноимённые точечные заряды притягиваются друг к другу.
4) Период гармонических электромагнитных колебаний в идеальном контуре из катушки индуктивности и воздушного конденсатора уменьшается при сближении пластин конденсатора.
5) $\alpha$-излучение отклоняется в магнитном поле.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного свободно падающим телом, от времени при начальной скорости тела, равной нулю;
Б) зависимость количества теплоты, необходимого для плавления вещества, от его массы;
В) зависимость магнитного потока, пронизывающего поверхность площадью $S$, от модуля вектора магнитной индукции.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

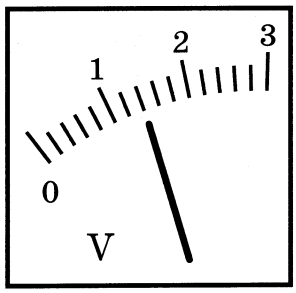
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра. Вольтметр проградуирован в вольтах.




Ответ: (_____ ± _____) В.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость периода свободных колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины. У него имеется пять пружинных маятников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два маятника необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование? Грузы сплошные.

| № маятника | Жёсткость пружины, Н/м | Объём груза, $см^3$ | Материал, из которого сделан груз |
|---|---|---|---|
| 1 | 40 | 30 | алюминий |
| 2 | 60 | 60 | алюминий |
| 3 | 40 | 30 | медь |
| 4 | 10 | 30 | алюминий |
| 5 | 10 | 60 | медь |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной диэлектрической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

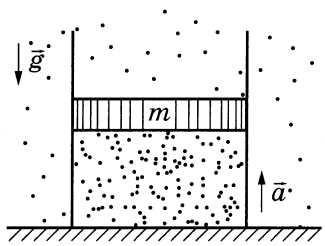
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.

**26** На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

**27** В вертикальном цилиндрическом сосуде с гладкими стенками под подвижным поршнем массой 10 кг и площадью поперечного сечения 50 см$^2$ находится разреженный газ (см. рисунок). При движении сосуда по вертикали с ускорением, направленным вверх и равным по модулю 1 м/с$^2$, высота столба газа под поршнем постоянна и на 5 % меньше, чем в покоящемся сосуде. Считая температуру газа под поршнем неизменной, а наружное давление постоянным, определите внешнее давление. Масса газа под поршнем постоянна.



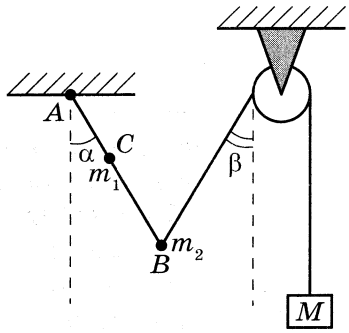

**28** Ион с зарядом $q = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1{,}5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 10^3$ В и после этого попадает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0{,}2$ Тл, в котором движется по окружности. Определите радиус окружности, по которой ион движется в магнитном поле. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

**29** На расстоянии 6 м от точечного источника монохроматического излучения с длиной волны 0,6 мкм перпендикулярно падающим лучам расположена пластинка площадью $S$, на которую падает ежесекундно $6 \cdot 10^{12}$ фотонов. Источник излучает свет одинаково во все стороны, мощность излучения составляет 112 Вт. Какова площадь пластины $S$? Площадь сферы радиусом $R$ рассчитывается по формуле: $S = 4\pi R^2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** Невесомый стержень $AB$ длиной $l = 40$ см с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках $C$ и $B$ соответственно, шарнирно закреплён в точке $A$. Груз массой $M$ подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30°$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30°$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите массу груза $M$. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз $M$ и стержень.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

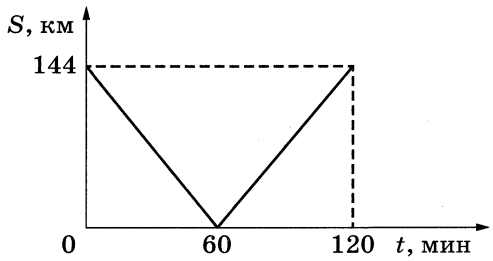
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 11

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость первого автомобиля равна 15 м/с. Какова скорость второго автомобиля?

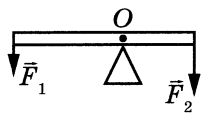



Ответ: _____ м/с.

**2** Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 36 раз меньше, чем для второй. Каково отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет?

Ответ: _____.

**3** Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Сила $F_1 = 8$ Н, её плечо равно 20 см. Каков модуль силы $\vec{F}_2$, если её плечо равно 16 см?




Ответ: _____ Н.

**4** На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{тр}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н. На основании данных, приведённых в таблице, используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

| α, рад | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_{тр}$, Н | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,86 | 3,76 | 3,63 | 3,46 | 3,25 | 3,01 | 2,75 | 2,45 | 2,13 |

1) Сила трения покоя не зависит от угла α.
2) При уменьшении угла наклонной плоскости к горизонту модуль силы трения скольжения увеличивается.
3) С ростом угла наклона модуль силы трения покоя увеличивается.
4) Коэффициент трения скольжения больше 0,25.
5) Когда угол наклона больше 0,6 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Деревянный шарик плавает в керосине. Как изменятся масса вытесненной жидкости и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в воде?

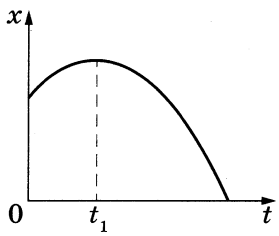
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Масса вытесненной жидкости | Глубина погружения шарика в жидкость |
|---|---|
| | |

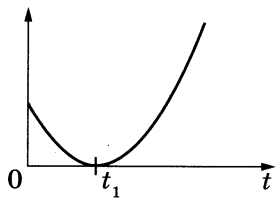
**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



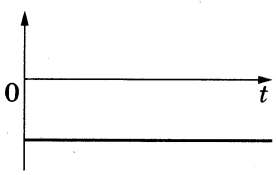

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)



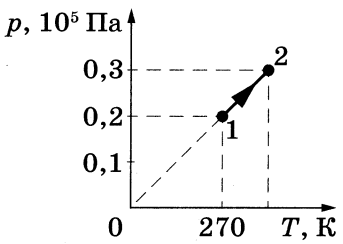

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция перемещения тела на ось $x$
2) проекция ускорения тела на ось $x$
3) кинетическая энергия тела
4) модуль скорости тела

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 4 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?




Ответ: _____ К.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

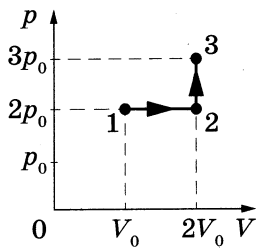
**8** В закрытом сосуде под поршнем находится влажный воздух при температуре 100 °С. Парциальное давление водяного пара в сосуде равно 60 кПа. Какова относительная влажность воздуха в сосуде?

Ответ: _____ %.

**9** Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 150 Дж, и отдаёт холодильнику 120 Дж. Каков КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

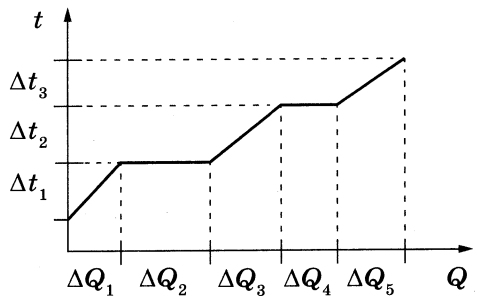
**10** Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа $p$ от объёма $V$. Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.




1) Концентрация молекул газа в процессе 2–3 оставалась постоянной.
2) В ходе процесса 1–2–3 средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза.
3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно увеличилась в 1,5 раза.
4) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 4 раза.
5) Абсолютная температура газа минимальна в состоянии 3.

Ответ: _____.

**11** В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество массой $m$. Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества по мере поглощения им количества теплоты $Q$. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.




Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\dfrac{\Delta Q_2}{m}$

Б) $\dfrac{\Delta Q_3}{m\Delta t_2}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) удельная теплоёмкость жидкости
2) удельная теплота плавления
3) удельная теплоёмкость твёрдого вещества
4) удельная теплота парообразования

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

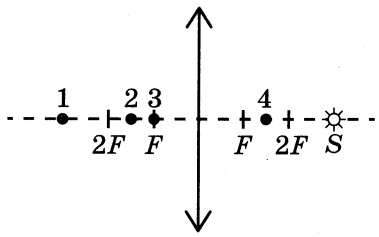
**12** Во сколько раз увеличится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = +8$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и затем раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

**13** В катушке индуктивностью 5 мГн протекает ток силой 2 А. Какой магнитный поток пронизывает катушку?

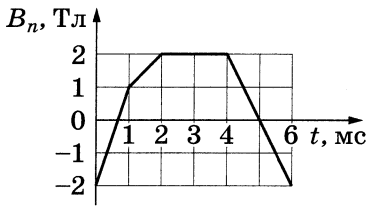
Ответ: _____ Вб.

**14** Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки $S$, создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$ (см. рисунок)?




Ответ: точка _____.

**15** Проволочная рамка площадью 60 см$^2$ помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции $\vec{B}$. Проекция $B_n$ индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени $t$ согласно графику на рисунке.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 12 мВб.
3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 6 В.
4) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, равен нулю в интервале времени от 2 до 4 мс.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** В первом опыте частица массой $m$, несущая заряд $q$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B$ по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$. Во втором опыте та же частица движется в том же магнитном поле по окружности большего радиуса. Как при переходе от первого опыта ко второму изменились кинетическая энергия частицы и период её обращения?

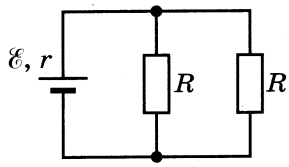
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Кинетическая энергия частицы | Период её обращения |
|---|---|
| | |

**17** Электрическая цепь на рисунке состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением $r$ и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением $R$, включённых параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.




К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) мощность тока, выделяющаяся во внешней цепи
Б) мощность тока, выделяющаяся на внутреннем сопротивлении источника

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{2\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

2) $\dfrac{\mathscr{E}^2}{r+\dfrac{R}{2}}$

3) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{4\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

4) $\dfrac{\mathscr{E}^2 r}{\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В результате реакции ядра бора $^{11}_{5}\mathrm{B}$ и α-частицы $^{4}_{2}\mathrm{He}$ образуются нейтрон и ядро $^{A}_{Z}\mathrm{X}$. Определите массовое число ядра $^{A}_{Z}\mathrm{X}$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид, рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — пропускающий только зеленый.

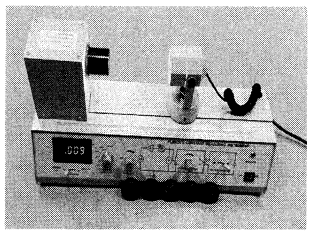


Рис. *а*

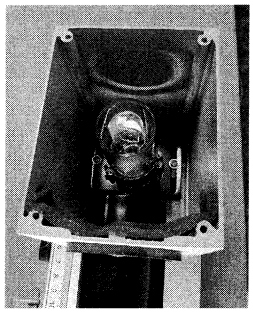


Рис. *б*

Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй длина волны падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны падающего света | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости её полная механическая энергия остаётся неизменной, а кинетическая энергия возрастает.
2) Если газ находится в замкнутом сосуде постоянного объёма, то при его нагревании давление газа уменьшается.
3) Сила отталкивания между одноимёнными точечными зарядами изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.
4) В замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через ограниченную им площадку возникает индукционный ток.
5) В нейтральном атоме суммарное число электронов равно суммарному числу нуклонов в ядре этого атома.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

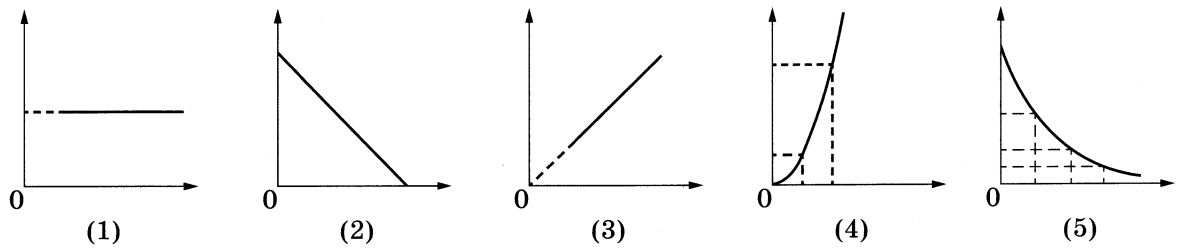
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, движущейся по окружности радиусом $R$, от линейной скорости точки;

Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при кристаллизации вещества, от его массы;

В) зависимость количества теплоты, выделяющегося на резисторе сопротивлением $R$ за время $t$, от силы тока, протекающего по резистору.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

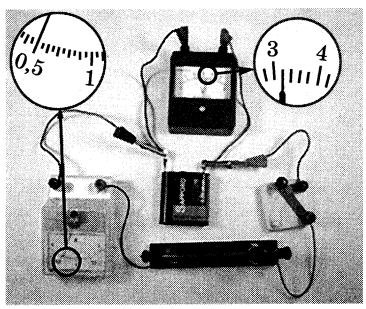



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Каково по результатам этих измерений напряжение на источнике?




Ответ: (_____ ± _____) В.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний заряда конденсатора от индуктивности катушки?

| № контура | Максимальное напряжение на конденсаторе, В | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 14 | 6 | 4 |
| 2 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 14 | 6 | 12 |
| 4 | 10 | 10 | 4 |
| 5 | 8 | 12 | 6 |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

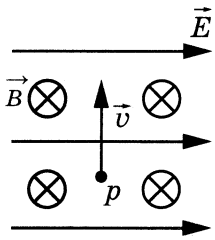
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$ и магнитное поле индукцией $\vec{B}$. Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон $p$, вектор скорости которого перпендикулярен $\vec{E}$ и $\vec{B}$, как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Куда отклонится протон на начальном участке траектории, если его скорость уменьшить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с увеличило свою скорость в 4 раза. Какой путь прошло тело за это время, если его начальная скорость была равна 3 м/с?

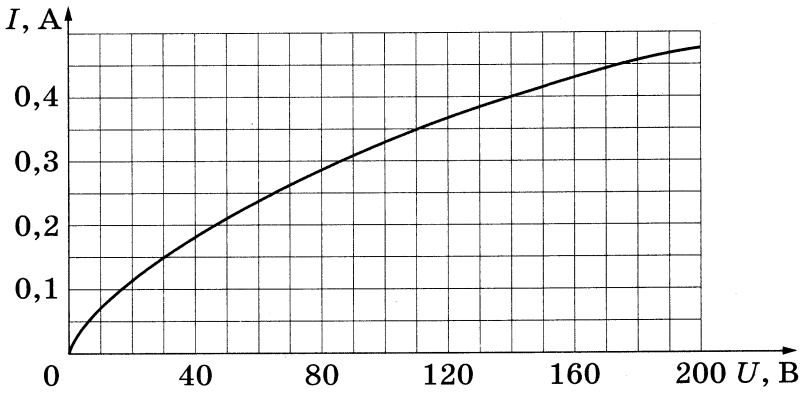
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

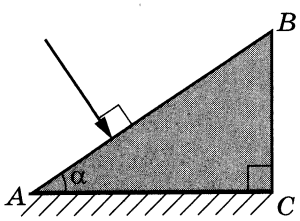
**26** Точечный источник монохроматического света испускает $3 \cdot 10^{17}$ фотонов за 1 с. Длина волны испускаемого света равна 594 нм. КПД источника составляет 0,1 %. Вычислите мощность, потребляемую источником.

**27** В закрытом сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 70 % под давлением 100 кПа. Объём сосуда изотермически уменьшили в 3 раза. До какой абсолютной температуры надо вместо этого нагреть воздух без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

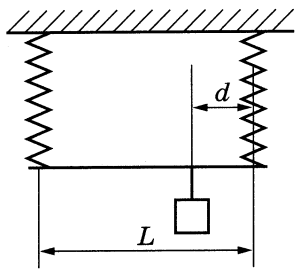
**28** На рисунке изображена зависимость силы тока в лампе накаливания от приложенного к ней напряжения. Найдите мощность, выделяющуюся на резисторе, включённом последовательно с лампой в сеть с напряжением 220 В, если сила тока в цепи равна 0,4 А.




**29** Нижняя грань $AC$ прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина $\alpha = 30°$. Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани $AB$, преломляется и выходит в воздух через ту же грань $AB$, но уже под углом преломления $\beta = 90°$. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.




**30** К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень массой $M = 2$ кг и длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить груз на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем у правой. Чему равна масса $m$ подвешенного груза? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

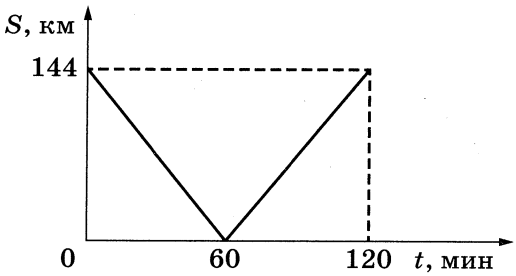
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 12

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость второго автомобиля равна 30 м/с. Какова скорость первого автомобиля?

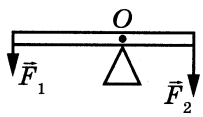



Ответ: _____ м/с.

**2** Две планеты обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Масса первой планеты в 4 раза меньше массы второй, а отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет равно 2,5. Каково отношение сил притяжения первой и второй планет к звезде $\frac{F_1}{F_2}$?

Ответ: _____.

**3** Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Сила $F_1 = 8$ Н, её плечо равно 30 см. Какова длина рычага, если сила $F_2 = 12$ Н?




Ответ: _____ см.

**4** На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{тр}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н. На основании данных, приведённых в таблице, используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

| α, рад | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $F_{тр}$, Н | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,86 | 3,76 | 3,63 | 3,46 | 3,25 | 3,01 | 2,75 | 2,45 | 2,13 |

1) Модуль силы трения скольжения уменьшается при увеличении угла наклонной плоскости к горизонту.
2) Сила трения покоя не зависит от угла α.
3) С ростом угла наклона модуль силы трения покоя уменьшается.
4) Коэффициент трения скольжения меньше 0,4.
5) Когда угол наклона меньше 0,1 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** Деревянный шарик плавает в подсолнечном масле. Как изменятся масса вытесненной жидкости и глубина погружения шарика в жидкость, если он будет плавать в керосине?

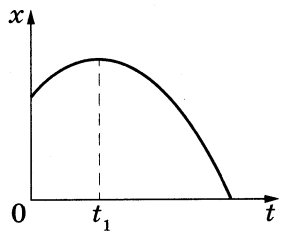
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Масса вытесненной жидкости | Глубина погружения шарика в жидкость |
|---|---|
| | |

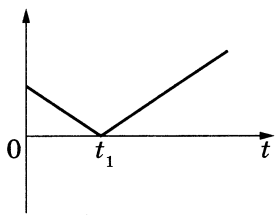
**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



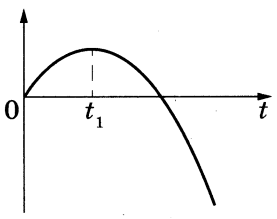

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)



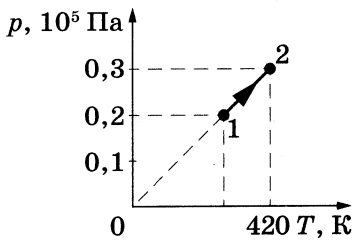

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция перемещения тела на ось $x$
2) проекция ускорения тела на ось $x$
3) кинетическая энергия тела
4) модуль скорости тела

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве 0,5 моль. Какая температура соответствует состоянию 1?




Ответ: _____ К.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

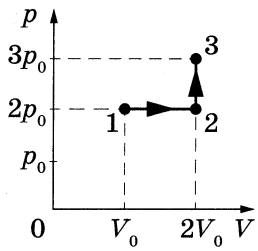
**8** В закрытом сосуде при температуре 100 °С под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 80 %. Каково парциальное давление водяного пара в сосуде?

Ответ: _____ кПа.

**9** Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж, и совершает работу 40 Дж. Каков КПД тепловой машины?

Ответ: _____ %.

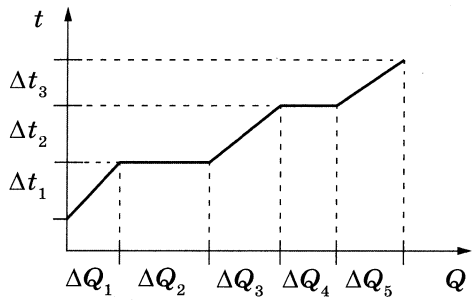
**10** Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа $p$ от объёма $V$. Масса газа в процессе не изменяется. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.




1) Плотность газа максимальна в состоянии 1.
2) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза.
3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 1,5 раза.
4) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.
5) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.

Ответ: _____.

**11** В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество массой $m$. Цилиндр поместили в печь. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества по мере поглощения им количества теплоты $Q$. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.




Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\dfrac{\Delta Q_4}{m}$

Б) $\dfrac{\Delta Q_5}{m\Delta t_3}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) удельная теплоёмкость жидкости
2) удельная теплота плавления
3) удельная теплоёмкость газообразного вещества
4) удельная теплота парообразования

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

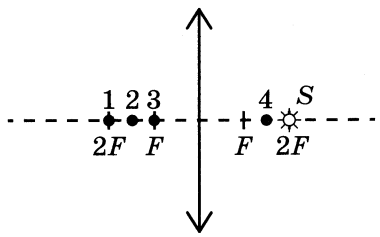
**12** Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -8$ нКл, если шарики привести в соприкосновение и затем раздвинуть на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

**13** Катушку индуктивностью 8 мГн пронизывает магнитный поток 0,05 Вб. Ток какой силы протекает в катушке?

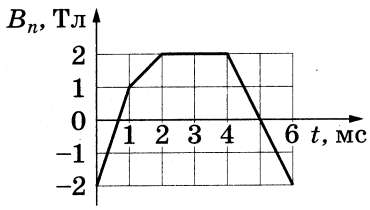
Ответ: _____ А.

**14** Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки $S$, создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$ (см. рисунок)?




Ответ: точка _____.

**15** Проволочная рамка площадью 60 см$^2$ помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции $\vec{B}$. Проекция $B_n$ индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени $t$ согласно графику на рисунке.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 6 мВб.
3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 12 В.
4) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 1 до 2 мс.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** В первом опыте частица массой $m$, несущая заряд $q$, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B$ по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$. Во втором опыте та же частица движется в том же магнитном поле по окружности меньшего радиуса. Как при переходе от первого опыта ко второму изменились кинетическая энергия частицы и частота её обращения?

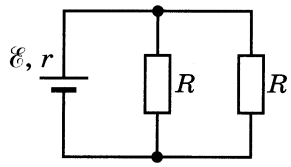
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Кинетическая энергия частицы | Частота её обращения |
|---|---|
| | |

**17** Электрическая цепь на рисунке состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС $\mathscr{E}$ и внутренним сопротивлением $r$ и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением $R$, включённых параллельно. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.




К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) мощность тока, выделяющаяся на одном из резисторов $R$

Б) мощность сторонних сил в источнике тока

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{2\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

2) $\dfrac{\mathscr{E}^2}{r+\dfrac{R}{2}}$

3) $\dfrac{\mathscr{E}^2 R}{4\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

4) $\dfrac{\mathscr{E}^2 r}{\left(r+\dfrac{R}{2}\right)^2}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В результате реакции некоторого ядра ${}^{A}_{Z}X$ и α-частицы ${}^{4}_{2}He$ образуются нейтрон и ядро азота ${}^{14}_{7}N$. Определите массовое число исходного ядра ${}^{A}_{Z}X$.

Ответ: _____.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид, рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только жёлтый.

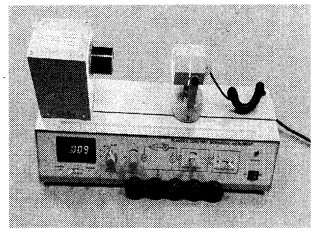


Рис. *а*

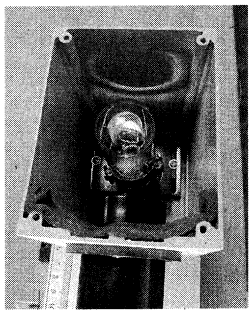


Рис. *б*

Как изменялись при переходе от первой серии опытов ко второй длина волны падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1) увеличивалась
2) уменьшалась
3) не изменялась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина волны падающего света | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Работа внешней силы по растяжении пружины прямо пропорциональна её удлинению.
2) При постоянной температуре работа идеального газа при расширении возрастает с увеличением его объёма.
3) При сближении пластин воздушного конденсатора его электрическая ёмкость увеличивается.
4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред частота колебаний в волне увеличивается при переходе в среду с бóльшим показателем преломления.
5) Число протонов в ядре атома определяет основные химические свойства элемента.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

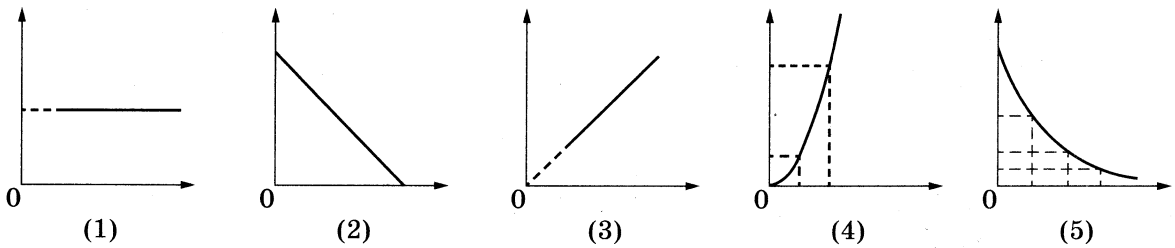
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, движущейся по окружности радиусом $R$, от угловой скорости;

Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при сгорании топлива, от массы топлива;

В) зависимость количества теплоты, выделяющегося на резисторе сопротивлением $R$ за время $t$, от напряжения на резисторе.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

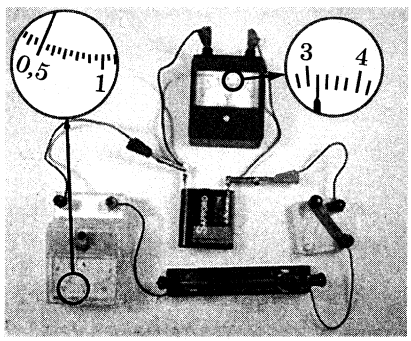



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Какова по результатам этих измерений сила тока, протекающего через источник?




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

| № контура | Максимальное напряжение на конденсаторе, В | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 14 | 6 | 4 |
| 2 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 14 | 6 | 12 |
| 4 | 10 | 10 | 4 |
| 5 | 8 | 12 | 6 |

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

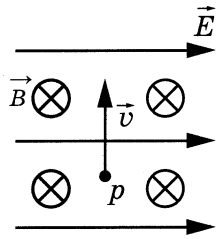
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью $\vec{E}$ и магнитное поле индукцией $\vec{B}$. Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон $p$, вектор скорости которого перпендикулярен $\vec{E}$ и $\vec{B}$, как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Куда отклонится протон на начальном участке траектории, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

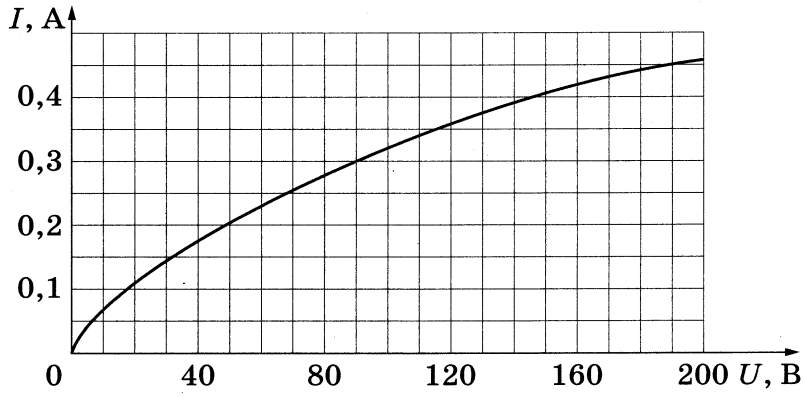
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

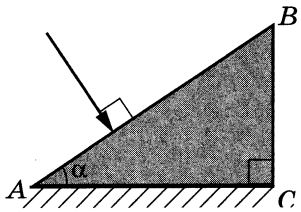
**26** Точечный источник монохроматического света испускает $1{,}2 \cdot 10^{20}$ фотонов за 10 с. Длина волны испускаемого света равна 594 нм. Каков КПД источника, если его потребляемая мощность равна 250 Вт?

**27** В закрытом сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 60 % под давлением 100 кПа. Объём сосуда изотермически уменьшили в 2,5 раза. Во сколько раз надо вместо этого увеличить абсолютную температуру без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

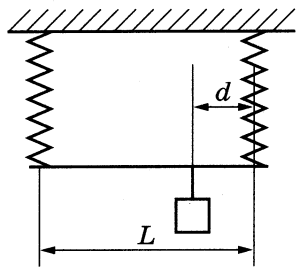
**28** На рисунке изображена зависимость силы тока в лампе накаливания от приложенного к ней напряжения. Найдите мощность, выделяющуюся на резисторе, включённом последовательно с лампой в сеть с напряжением 120 В, если сила тока в цепи равна 0,3 А.




**29** Нижняя грань $AC$ прозрачного клина посеребрена и представляет собой плоское зеркало. Угол при вершине клина $\alpha = 15°$. Луч света падает из воздуха на клин перпендикулярно грани $AB$, преломляется и выходит в воздух через ту же грань $AB$, но уже под углом преломления $\beta = 60°$. Определите показатель преломления материала клина. Сделайте рисунок, поясняющий ход луча в клине.




**30** К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем у правой. Чему равна масса $M$ стержня? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

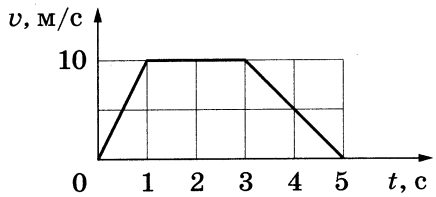
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 13

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости модуля скорости $\upsilon$ прямолинейно движущегося тела от времени $t$. Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 1 до 5 с.




Ответ: _____ м.

**2** Автобус массой 6 т движется со скоростью 18 км/ч. Чему равна кинетическая энергия автобуса?

Ответ: _____ кДж.

**3** Гидростатическое давление, создаваемое водой на дне озера, без учёта давления атмосферы равно $4 \cdot 10^5$ Па. Какова глубина озера?

Ответ: _____ м.

**4** Тело совершает гармонические колебания вдоль оси $Ox$. В таблице приведены координаты этого тела через равные промежутки времени.

| $t$, с | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, см | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 2 | 4 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о характере движения тела.

1) Частота колебаний тела равна 2,5 Гц.
2) В момент времени 0,4 с модуль ускорения тела максимален.
3) Амплитуда колебаний тела равна 4 см.
4) В момент времени 1,0 с тело проходит положение равновесия.
5) В момент времени 0,6 с тело обладает максимальной потенциальной энергией.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период его обращения вокруг Земли?

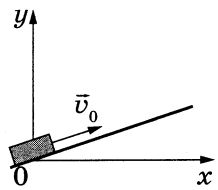
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Скорость движения спутника по орбите | Период обращения спутника вокруг Земли |
|---|---|
| | |

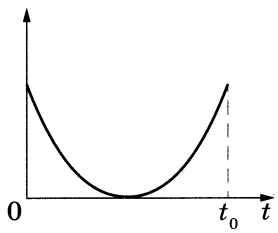
**6** После удара шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке, и в момент $t = t_0$ вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



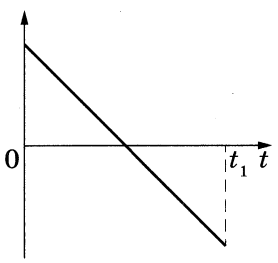

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция скорости $v_y$
3) координата $x$
4) полная механическая энергия $E_{мех}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

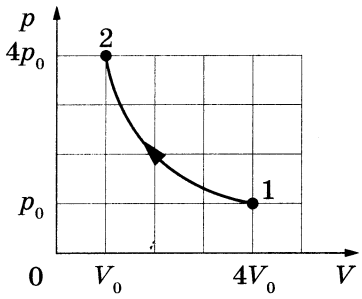
**7** При температуре $2T_0$ и давлении $p_0$ идеальный газ в количестве 1 моль занимает объём $2V_0$. Сколько моль этого газа при температуре $T_0$ и том же давлении $p_0$ занимают объём $V_0$?

Ответ: _____ моль.

**8** В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 20 %. Поршень сдвигают, уменьшая объём. Во сколько раз уменьшится объём сосуда к моменту, когда при неизменной температуре водяной пар в сосуде станет насыщенным?

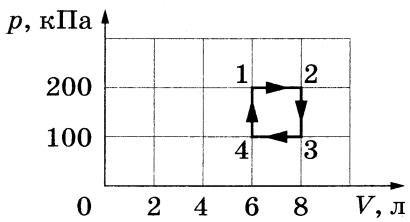
Ответ: в _____ раз(а).

**9** На $pV$-диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального одноатомного газа. Газ отдал в окружающую среду количество теплоты, равное 2,5 кДж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа в этом процессе?




Ответ: на _____ кДж.

**10** С идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



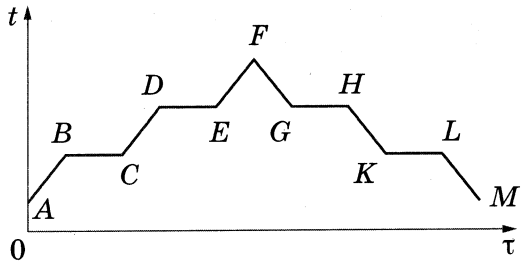

1) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,5 моля.
2) Работа газа при его изобарном расширении равна 400 Дж.
3) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 100 Дж.
4) На участке 2–3 газ отдаёт положительное количество теплоты.
5) Минимальная температура газа в циклическом процессе равна 100 К.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**11** В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество. Цилиндр поместили в печь. Сначала цилиндр нагревали, а в некоторый момент начали охлаждать. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества с течением времени $\tau$.




Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

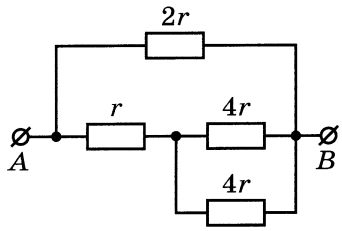
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| УЧАСТКИ ГРАФИКА | ПРОЦЕССЫ |
|---|---|
| А) $KL$ | 1) конденсация |
| Б) $GH$ | 2) кристаллизация |
| | 3) нагревание пара |
| | 4) кипение |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** На рисунке показан участок цепи $AB$ постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 5$ Ом?




Ответ: _____ Ом.

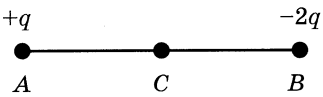
**13** В катушке индуктивностью 1 мГн сила тока в течение 0,1 с равномерно возрастает от 0 до некоторого конечного значения. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в катушке.

Ответ: _____ А.

**14** Перед плоским зеркалом, закреплённым на вертикальной стене, на расстоянии 80 см стоит девушка ростом 160 см. На сколько уменьшится расстояние между девушкой и её изображением в этом зеркале, если она встанет на расстоянии 50 см от зеркала?

Ответ: на _____ см.

**15** Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках $A$ и $B$, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этой ситуации.

1) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут притягивать друг друга.
2) На бусинку $B$ со стороны бусинки $A$ действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
3) Модули сил Кулона, действующих на бусинки $A$ и $B$, одинаковы.
4) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды не изменятся.
5) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке $C$ направлена горизонтально влево.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Внешний участок электрической цепи представляет собой отрезок провода с большим удельным сопротивлением. Он подключён к источнику тока, поддерживающему на клеммах постоянное напряжение. Затем первоначальный отрезок провода заменили отрезком такого же провода, но вдвое большей длины. Как изменились в результате такой замены сила тока и мощность тока на внешнем участке цепи?

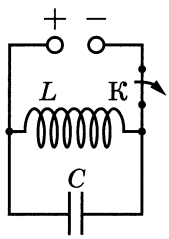
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока | Мощность тока |
|---|---|
| | |

**17** Катушка индуктивности идеального колебательного контура длительное время подключена к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К размыкают. На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого ($T$ — период колебаний).

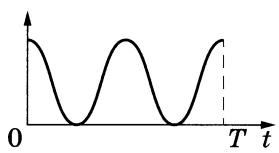



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

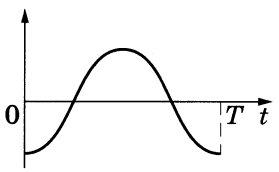
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд правой обкладки конденсатора
2) сила тока в катушке
3) энергия электрического поля конденсатора
4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

Укажите число протонов в ядре самого распространённого изотопа калия.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | II | **Li** 3 литий $7_{93}$ $6_{7,4}$ | **Be** 4 бериллий $9_{100}$ | **B** 5 бор $11_{80}$ $10_{20}$ |
| 3 | III | **Na** 11 натрий $23_{100}$ | **Mg** 12 магний $24_{79}$ $26_{11}$ $25_{10}$ | 13 **Al** алюминий $27_{100}$ |
| 4 | IV | **K** 19 калий $39_{93}$ $41_{6,7}$ | **Ca** 20 кальций $40_{97}$ $44_{2,1}$ | **Sc** 21 скандий $45_{100}$ |
| | V | **Cu** 29 медь $63_{69}$ $65_{31}$ | **Zn** 30 цинк $64_{49}$ $66_{28}$ $68_{19}$ | **Ga** 31 галлий $69_{60}$ $71_{40}$ |

Ответ: _____.

**19** Ядро испытывает электронный β-распад. Как меняются при этом число протонов в ядре и массовое число ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Число протонов в ядре | Массовое число ядра |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости её полная механическая энергия остаётся неизменной, а потенциальная энергия убывает.
2) Средняя скорость движения броуновской частицы в газе зависит от температуры газа, но не зависит от массы самой частицы.
3) В электрически изолированной системе тел алгебраическая сумма электрических зарядов тел сохраняется.
4) Дифракция рентгеновского излучения принципиально невозможна.
5) Число нуклонов в ядре атома определяет основные химические свойства элемента.

Ответ: _____.

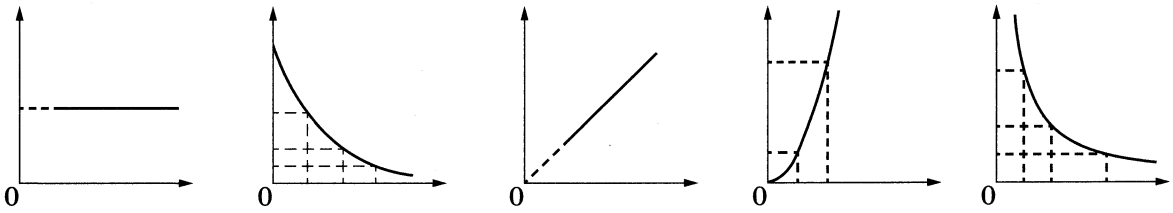
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения;
Б) зависимость длины волны электромагнитного излучения в среде от абсолютного показателя преломления среды;
В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

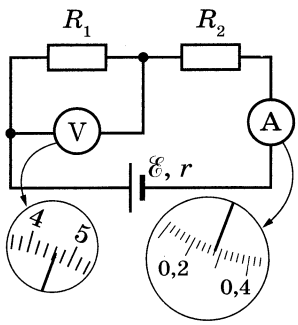



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра. После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны цене деления амперметра и вольтметра. Чему равно по результатам этих измерений напряжение на резисторе $R_1$? Вольтметр проградуирован в вольтах (В).




Ответ: (_____ ± _____) В.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость периода свободных колебаний заряда конденсатора от индуктивности катушки?

| № контура | Максимальное напряжение на конденсаторе, В | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 6 | 4 |
| 2 | 8 | 10 | 6 |
| 3 | 14 | 12 | 12 |
| 4 | 8 | 12 | 6 |
| 5 | 10 | 6 | 8 |

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их алюминиевым стержнем с изолирующей ручкой (рис. *а*). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, положительно заряженную палочку (рис. *б*). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

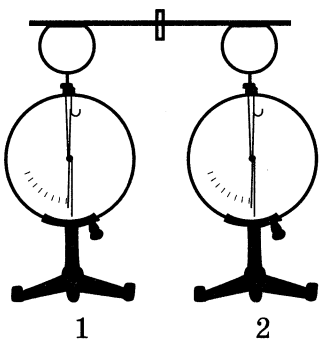


Рис. *а*

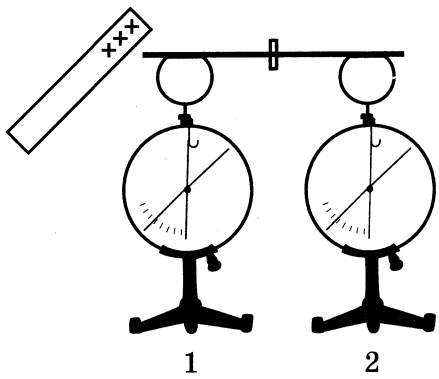


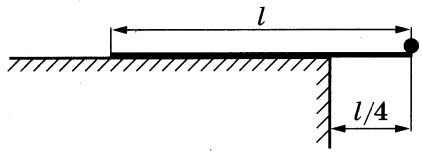
Рис. *б*

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** Деревянная линейка длиной $l = 90$ см выдвинута за край стола на 1/4 часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 100 г (см. рисунок). Далее линейку выдвинули вправо за край стола на 1/3 часть своей длины. Груз какой максимальной массы можно положить на правый конец линейки в этом случае, чтобы она не перевернулась?

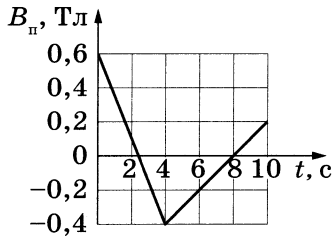



**26** При облучении натриевого фотокатода светом частотой $\nu = 7{,}0 \cdot 10^{14}$ Гц запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,6 В. Найдите длину волны, соответствующую «красной границе» фотоэффекта для натрия.

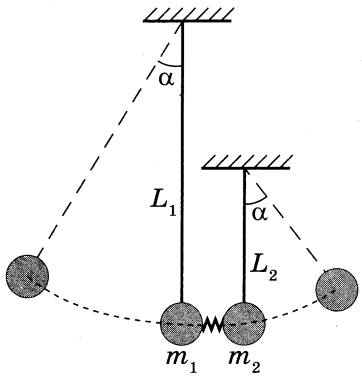
**27** Для того чтобы совершить воздушный полёт, бесстрашный изобретатель, масса которого 60 кг, решил использовать воздушные шары, наполненные гелием. Какое минимальное количество шаров необходимо, чтобы изобретатель смог подняться в воздух, если каждый шар можно надувать гелием при нормальном атмосферном давлении до объема в 15 л? Температура окружающего воздуха равна 27 °С. Массой оболочек шаров и их упругостью, а также силой Архимеда, действующей на изобретателя, пренебречь.

**28** Между горизонтальными обкладками плоского конденсатора висит заряженная капелька ртути. Какова разность потенциалов обкладок, если расстояние между ними равно 2 см, заряд капельки равен $5{,}44 \cdot 10^{-18}$ Кл, а объём капельки равен $2 \cdot 10^{-18}$ м$^3$?

**29** Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. На рисунке изображена зависимость проекции вектора $\vec{B}$ на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты, равное 0,16 мДж. Определите сопротивление рамки $R$.




**30** Два шарика подвешены на вертикальных тонких нитях так, что они находятся на одной высоте. Между шариками находится сжатая и связанная нитью лёгкая пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны на одинаковые углы. Во сколько раз одна нить длиннее другой, если отношение масс шариков $\frac{m_2}{m_1} = 1{,}5$? Считать величину сжатия пружины во много раз меньше длин нитей.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

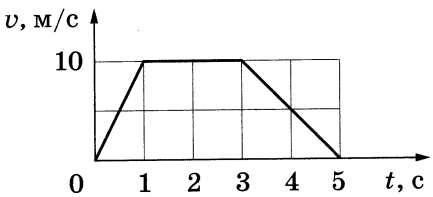
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 14

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости модуля скорости $\upsilon$ прямолинейно движущегося тела от времени $t$. Определите по графику проекцию перемещения тела в интервале времени от 0 до 5 с.




Ответ: _____ м.

**2** Автомобиль массой 1,5 т движется со скоростью 72 км/ч. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

**3** Какое гидростатическое давление создаёт вода на дне озера глубиной 25 м без учёта давления атмосферы?

Ответ: _____ кПа.

**4** Тело совершает гармонические колебания вдоль оси $Ox$. В таблице приведены координаты этого тела через равные промежутки времени.

| $t$, с | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, см | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 2 | 4 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о характере движения тела.

1) Частота колебаний тела равна 1,25 Гц.
2) В момент времени 0,2 с модуль ускорения тела минимален.
3) Амплитуда колебаний тела равна 8 см.
4) В момент времени 0,4 с тело проходит положение равновесия.
5) В момент времени 0,6 с тело обладает максимальной кинетической энергией.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и частота его обращения вокруг Земли?

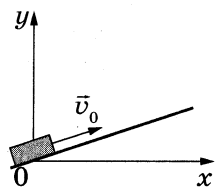
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Скорость движения спутника по орбите | Частота обращения спутника вокруг Земли |
|---|---|
| | |

**6** После удара шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке, и в момент $t = t_0$ вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

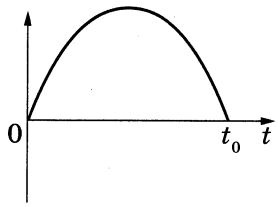



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

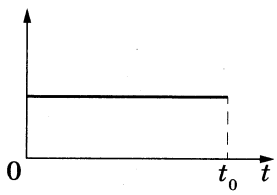
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция скорости $v_y$
3) координата $x$
4) полная механическая энергия $E_{мех}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** При температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ идеальный газ в количестве 1 моль занимает объём $4V_0$. Сколько моль этого газа при температуре $T_0$ и давлении $p_0$ занимают объём $V_0$?

Ответ: _____ моль.

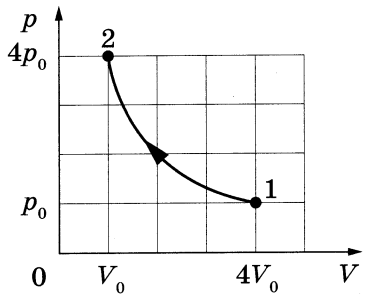
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**8** В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 40 %. Поршень сдвигают, уменьшая объём. Во сколько раз увеличится концентрация молекул водяного пара в сосуде к моменту, когда при неизменной температуре пар станет насыщенным?

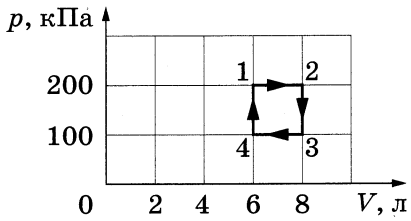
Ответ: в _____ раз(а).

**9** На $pV$-диаграмме показан процесс изменения состояния 3 моль идеального одноатомного газа. Внешние силы совершили работу, равную 5 кДж. Какое количество теплоты газ отдал в этом процессе?




Ответ: _____ кДж.

**10** С идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К.



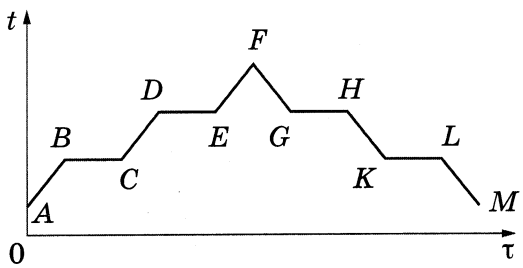

На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.

1) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,45 моля.
2) Работа газа при его изобарном расширении равна 200 Дж.
3) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 200 Дж.
4) На участке 4–1 газ отдаёт положительное количество теплоты.
5) Минимальная температура газа в циклическом процессе равна 150 К.

Ответ: _____.

**11** В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество. Цилиндр поместили в печь. Сначала цилиндр нагревали, а в некоторый момент начали охлаждать. На рисунке схематично показан график изменения температуры $t$ вещества с течением времени $\tau$.

Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

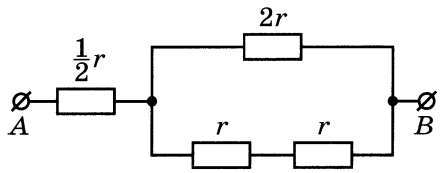
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| УЧАСТКИ ГРАФИКА | ПРОЦЕССЫ |
|---|---|
| А) $DE$ | 1) конденсация |
| Б) $EF$ | 2) кристаллизация |
| | 3) нагревание пара |
| | 4) кипение |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** На рисунке показан участок цепи $AB$ постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 2$ Ом?




Ответ: _____ Ом.

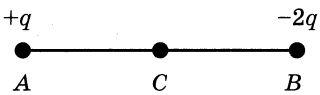
**13** В катушке индуктивности сила тока в течение 0,1 с равномерно возрастает от 0 до 15 А. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен 0,3 В. Какова индуктивность катушки?

Ответ: _____ мГн.

**14** Перед плоским зеркалом, закреплённым на вертикальной стене, на расстоянии 80 см стоит юноша ростом 170 см. На сколько увеличится расстояние между юношей и его изображением в этом зеркале, если он встанет на расстоянии 100 см от зеркала?

Ответ: на _____ см.

**15** Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках $A$ и $B$, несут на себе заряды $+q > 0$ и $-2q$ соответственно (см. рисунок).




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этой ситуации.

1) Если бусинки соединить медной проволокой, они будут отталкивать друг друга.
2) На бусинку $A$ со стороны бусинки $B$ действует сила Кулона, направленная горизонтально вправо.
3) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку $B$, в 2 раза больше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку $A$.
4) Если бусинки соединить незаряженной стеклянной палочкой, их заряды станут равными.
5) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке $C$ направлена горизонтально вправо.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Внешний участок электрической цепи представляет собой отрезок провода с большим удельным сопротивлением. Он подключён к источнику тока, поддерживающему на клеммах постоянное напряжение. Затем первоначальный отрезок провода заменили отрезком такого же провода, но вдвое меньшей длины. Как изменились в результате такой замены сила тока и мощность тока на внешнем участке цепи?

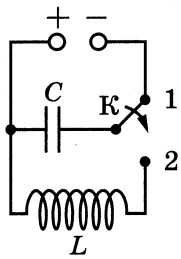
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока | Мощность тока |
|---|---|
| | |

**17** Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого ($T$ — период колебаний).

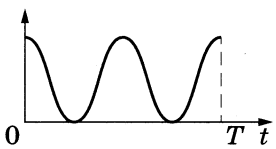



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

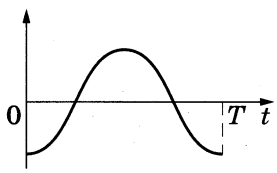
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд правой обкладки конденсатора
2) сила тока в катушке
3) энергия электрического поля конденсатора
4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

Укажите число нейтронов в ядре наименее распространённого изотопа галлия.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | II | **Li** 3 литий $7_{93}$ $6_{7,4}$ | **Be** 4 бериллий $9_{100}$ | **B** 5 бор $11_{80}$ $10_{20}$ |
| 3 | III | **Na** 11 натрий $23_{100}$ | **Mg** 12 магний $24_{79}$ $26_{11}$ $25_{10}$ | 13 **Al** алюминий $27_{100}$ |
| 4 | IV | **K** 19 калий $39_{93}$ $41_{6,7}$ | **Ca** 20 кальций $40_{97}$ $44_{2,1}$ | **Sc** 21 скандий $45_{100}$ |
| | V | **Cu** 29 медь $63_{69}$ $65_{31}$ | **Zn** 30 цинк $64_{49}$ $66_{28}$ $68_{19}$ | **Ga** 31 галлий $69_{60}$ $71_{40}$ |

Ответ: _____.

**19** Ядро испытывает α-распад. Как меняются при этом число нейтронов в ядре и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Число нейтронов в ядре | Заряд ядра |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При торможении шайбы, движущейся по горизонтальной поверхности, работа силы тяжести, действующей на неё, отрицательна.
2) Давление смеси разреженных газов равно сумме их парциальных давлений.
3) В цепи постоянного тока отношение напряжений на концах параллельно соединённых резисторов равно отношению их сопротивлений.
4) Силой Лоренца называют силу, с которой магнитное поле действует на неподвижные заряженные частицы.
5) Фототок в установке по исследованию фотоэффекта прекращается при подаче на электроды задерживающего напряжения.

Ответ: _____.

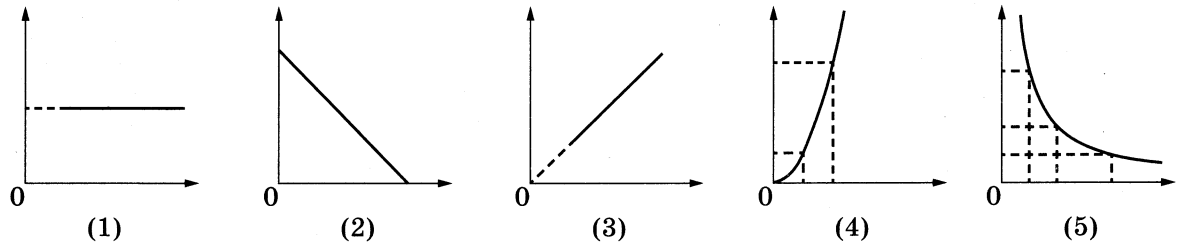
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного телом при равномерном движении, от времени;
Б) зависимость скорости электромагнитной волны в среде от абсолютного показателя преломления среды;
В) зависимость импульса фотона от длины волны.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

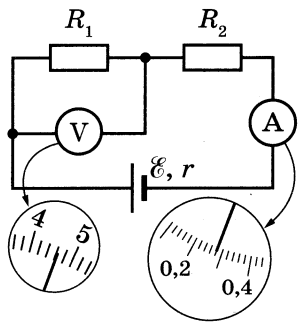



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Ученик собрал электрическую цепь, состоящую из батарейки, двух резисторов, амперметра и вольтметра. После этого он провёл измерения напряжения на одном из резисторов и силы тока в цепи. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на источнике равны цене деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока, протекающего в цепи? Амперметр проградуирован в амперах (А).




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от электроёмкости конденсатора?

| № контура | Максимальное напряжение на конденсаторе, В | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 10 | 6 | 4 |
| 2 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 14 | 6 | 12 |
| 4 | 8 | 10 | 6 |
| 5 | 10 | 12 | 8 |

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их медным стержнем с изолирующей ручкой (рис. *а*). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. *б*). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

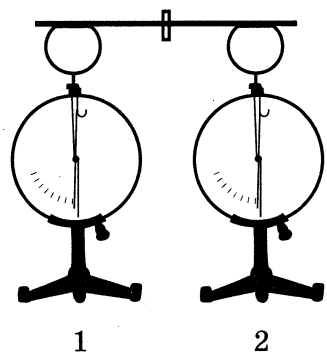


Рис. *а*

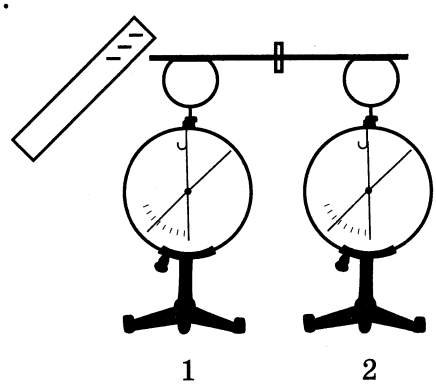


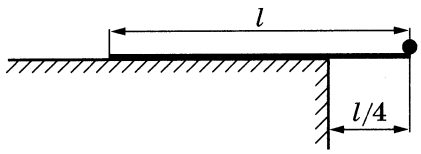
Рис. *б*

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** Деревянная линейка длиной $l = 60$ см выдвинута за край стола на $1/4$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 250 г (см. рисунок). Каково максимальное расстояние, на которое можно выдвинуть вправо за край стола эту линейку, чтобы она не опрокинулась, когда на её правом конце лежит груз массой 125 г?

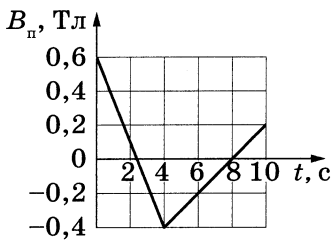



**26** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 430$ нм запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,6 В. Найдите частоту электромагнитного излучения, соответствующую «красной границе» фотоэффекта для натрия.

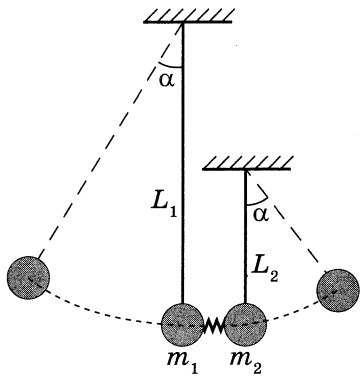
**27** Для того чтобы совершить воздушный полёт, бесстрашный изобретатель, масса которого 60 кг, решил использовать 5000 воздушных шаров, наполненных гелием. До какого объёма необходимо надувать гелием каждый шар, чтобы изобретатель смог подняться в воздух при нормальном атмосферном давлении? Температура окружающего воздуха равна 27 °С. Массой оболочек шаров и их упругостью, а также силой Архимеда, действующей на изобретателя, пренебречь.

**28** Между горизонтальными обкладками плоского конденсатора висит заряженная капелька ртути. Каков заряд капельки, если разность потенциалов между обкладками конденсатора равна 600 В, расстояние между ними равно 2 см, а объём капельки равен $3 \cdot 10^{-18}$ м$^3$?

**29** Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. На рисунке изображена зависимость проекции вектора $\vec{B}$ на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты выделится в рамке за время $t = 10$ с, если сопротивление рамки $R = 0{,}2$ Ом?




**30** Два шарика подвешены на вертикальных тонких нитях так, что они находятся на одной высоте. Между шариками находится сжатая и связанная нитью лёгкая пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны на одинаковые углы. Определите отношение масс шариков $\frac{m_2}{m_1}$, если левая нить в 2 раза длиннее правой. Считать величину сжатия пружины во много раз меньше длин нитей.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

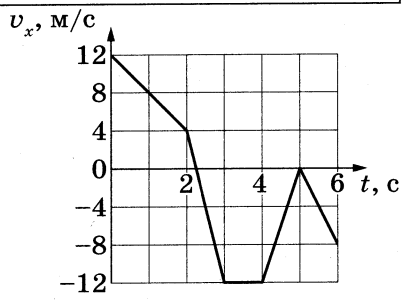
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 15

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке показан график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$. Какова проекция $a_x$ ускорения этого тела в интервале времени от 5 до 6 с?




Ответ: _____ м/с$^2$.

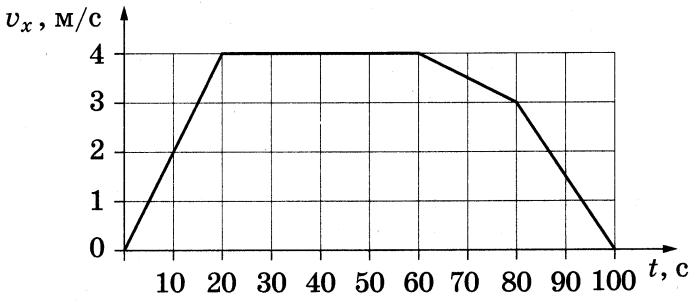
**2** К пружине школьного динамометра подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина при этом упруго удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза уменьшится вдвое?

Ответ: _____ см.

**3** У основания гладкой наклонной плоскости шайба обладает кинетической энергией, равной 0,72 Дж. Определите массу шайбы, если максимальная высота, на которую она может подняться по наклонной плоскости относительно основания, равна 1,5 м.

Ответ: _____ г.

**4** В инерциальной системе отсчёта вдоль оси $Ox$ движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости этого тела от времени $t$.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о движении тела.

1) За промежуток времени от 80 до 100 с тело переместилось на 60 м.
2) За промежуток времени от 60 до 80 с импульс тела уменьшился на 20 кг · м/с.
3) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 0 до 20 с увеличилась в 4 раза.
4) В момент времени 90 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равен 3 Н.
5) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 3 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В первом опыте на поверхности воды плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Во втором опыте брусок заменили на другой — той же плотности и массы, но большей высоты.

Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и масса вытесненной воды при переходе от первого опыта ко второму?

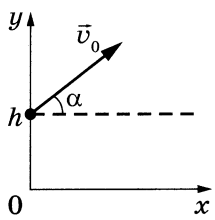
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила Архимеда | Масса вытесненной воды |
|---|---|
| | |

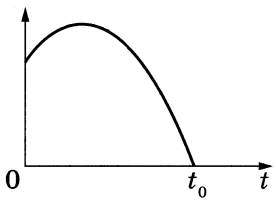
**6** Мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом $\alpha$ к горизонту с балкона высотой $h$ (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



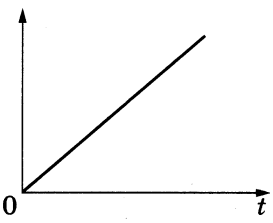

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата $x$ мячика
2) проекция импульса мячика на ось $x$
3) проекция импульса мячика на ось $y$
4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

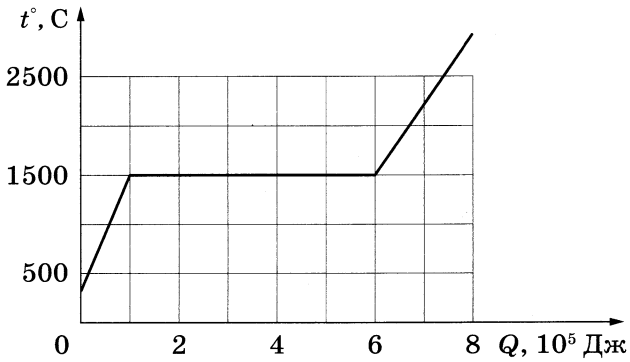
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** Концентрацию атомов аргона уменьшили в 6 раз. Давление газа при этом снизилось в 2 раза. Во сколько раз при этом увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения атомов аргона?

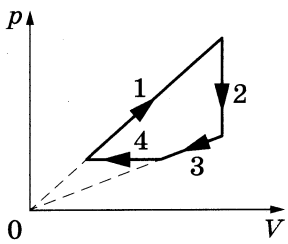
Ответ: в _____ раз(а).

**8** Брусок из неизвестного металла массой 2 кг поместили в печь и стали его нагревать. На рисунке приведён график зависимости температуры металла $t$ от переданного ему количества теплоты $Q$. Чему равна удельная теплота плавления металла?



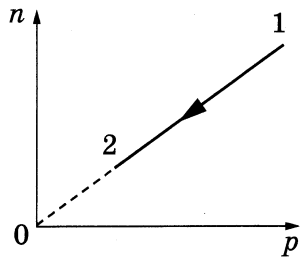

Ответ: _____ кДж/кг.

**9** На рисунке показаны различные процессы изменения состояния идеального газа. Масса газа постоянна. В каком из процессов (1, 2, 3 или 4) работа внешних сил равна нулю?




Ответ: _____.

**10** При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул $n$ пропорциональна давлению $p$ (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процесс 1–2.

1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
2) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
3) Объём газа изотермически увеличивается.
4) Абсолютная температура газа уменьшается.
5) Плотность газа увеличивается.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**11** Одноатомный идеальный газ в количестве 0,04 моль, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически расширяется при температуре 450 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объёма $V$ газа.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) давление газа $p(V)$ | 1) $\frac{149{,}58}{V}$ |
| Б) внутренняя энергия газа $U(V)$ | 2) 27 |
| | 3) 224,37 |
| | 4) $18 \cdot V$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

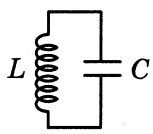
**12** Два одинаковых положительных точечных заряда $q = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме и отталкиваются друг от друга с силами 10 мкН. На каком расстоянии друг от друга находятся эти заряды?

Ответ: _____ м.

**13** Прямолинейный проводник длиной 40 см, по которому течёт ток силой 2,5 А, расположен в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл перпендикулярно линиям индукции. Определите силу Ампера, действующую на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ мН.

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 10$ В, $\omega = \pi \cdot 10^6$ с$^{-1}$. Определите период колебаний заряда конденсатора в контуре.

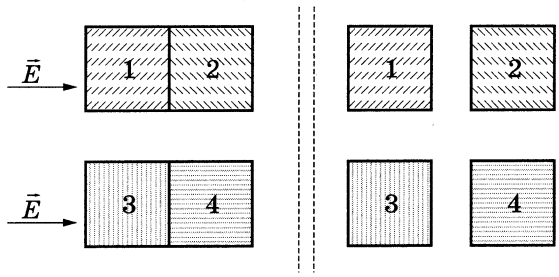



Ответ: _____ мкс.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**15** Стеклянные незаряженные кубики 1 и 2 и медные незаряженные кубики 3 и 4 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже после этого выключили электрическое поле (правая часть рисунка). Выберите все верные утверждения, описывающие данный процесс.




1) После разделения кубик 1 остаётся незаряженным.
2) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
3) После разделения кубик 4 имеет положительный заряд.
4) При помещении стеклянных кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
5) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный положительный заряд.

Ответ: _____.

**16** К концам отрезка медного провода приложено напряжение $U$. Провод заменили отрезком провода такого же поперечного сечения и такой же длины, изготовленного из материала с меньшим удельным сопротивлением, оставив прежнее напряжение $U$. Как изменились сила тока в проводнике и тепловая мощность, выделяемая в новом проводнике?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в проводнике | Тепловая мощность, выделяемая в проводнике |
|---|---|
| | |

**17** Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны — ν; скорость света в воздухе — $c$; показатель преломления воды относительно воздуха — $n$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) длина волны света в воде
Б) длина волны света в воздухе

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{c}{\nu}$
2) $\frac{n \cdot c}{\nu}$
3) $\frac{c}{n \cdot \nu}$
4) $\frac{c \cdot \nu}{n}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** В результате α-распада ядра некоторого элемента ${}^{A}_{Z}X$ образуются α-частица и ядро актиния ${}^{222}_{89}Ac$. Каков заряд исходного ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: _____.

**19** На металлическую пластинку (катод) установки для исследования фотоэффекта направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная скорость фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль запирающего напряжения | Максимальная скорость фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) При торможении шайбы при её движении по горизонтальной поверхности работа силы тяжести, действующей на шайбу, равна нулю.
2) Процесс кристаллизации веществ проходит с поглощением большого количества теплоты.
3) Напряжение на концах цепочки из последовательно соединённых резисторов равно сумме напряжений на каждом резисторе.
4) Заряженное тело, движущееся в инерциальной системе отсчёта равномерно и прямолинейно, создаёт в пространстве переменное магнитное поле.
5) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона больше энергии кванта света, выбившего его с поверхности фотокатода, на величину работы выхода.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

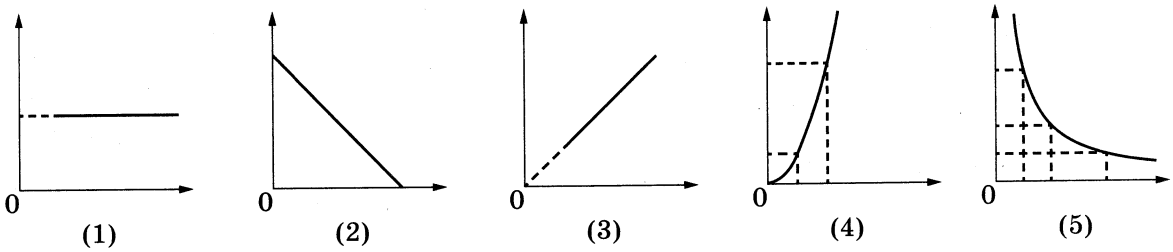
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля скорости равноускоренно движущегося тела от времени при начальной скорости тела, равной нулю;

Б) зависимость модуля силы Лоренца, действующей на частицу зарядом $q$, движущуюся в однородном магнитном поле со скоростью $v$, от модуля вектора магнитной индукции $B$;

В) зависимость импульса фотона от частоты.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

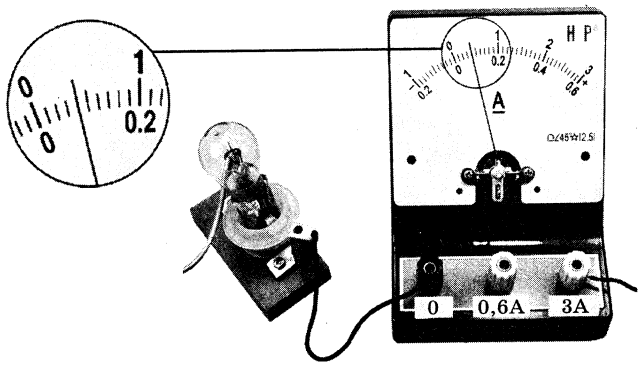



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить жёсткость резинового жгута. Для этого школьник взял штатив с лапкой и резиновый жгут. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) динамометр
2) секундомер
3) стакан с водой
4) линейка
5) мензурка

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии $a$ друг от друга (см. рисунки *а* и *б*). В каждом проводнике протекает электрический ток силой $I$. Токи во всех проводниках текут в одном направлении. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 векторы магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

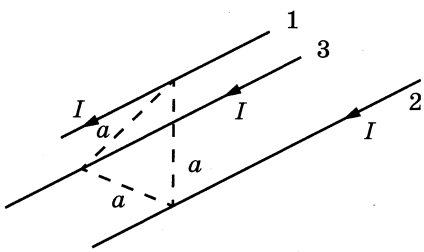



Рис. *а*

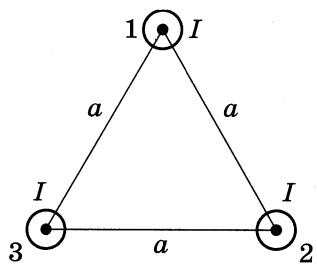



Рис. *б*

**25** Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и $m$, летящие по одной прямой навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким станет скорость шариков сразу после столкновения, если перед столкновением модуль скорости каждого из шариков был равен 4 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

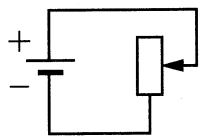
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** На металлическую пластинку падает монохроматическое электромагнитное излучение, выбивающее электроны из пластинки. Работа выхода электронов из металла равна 6 эВ, а максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, в 3 раза меньше энергии падающих на пластинку фотонов. Чему равна длина волны падающего излучения?

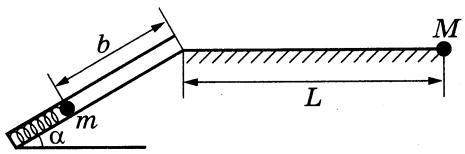
**27** Сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых $\frac{V_2}{V_1} = 3$. В первой части сосуда находится воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 80\,\%$, а во второй части — воздух с относительной влажностью $\varphi_2 = 60\,\%$. Какой станет относительная влажность воздуха в сосуде после того, как убрали перегородку? Считать, что температура воздуха в частях сосуда одинакова и не изменилась после снятия перегородки.

**28** Батарея ЭДС соединена с реостатом так, как показано на рисунке. Какова ЭДС батареи, если при силе тока в цепи $I_1 = 1$ А выделяемая на реостате мощность $N_1 = 4$ Вт, а при силе тока $I_2 = 5$ А выделяемая на реостате мощность $N_2 = 10$ Вт?




**29** На двойном фокусном расстоянии от рассеивающей линзы с оптической силой −10 дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном по другую сторону линзы на расстоянии 20 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

**30** Пружинное ружьё наклонено под углом $\alpha = 30°$ к горизонту. Энергия сжатой пружины равна 0,41 Дж. При выстреле шарик массой $m = 50$ г проходит по стволу ружья расстояние $b = 0{,}5$ м, вылетает и падает на расстоянии $L$ от дула ружья в точке $M$, находящейся на одной высоте с дулом (см. рисунок). Найдите расстояние $L$. Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

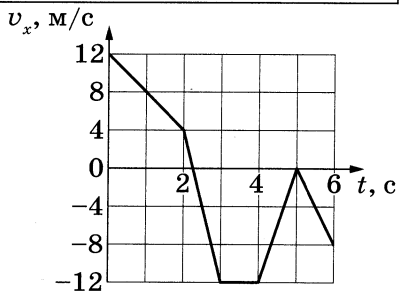
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 16

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке показан график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$. Какова проекция $a_x$ ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 2 с?




Ответ: _____ м/с$^2$.

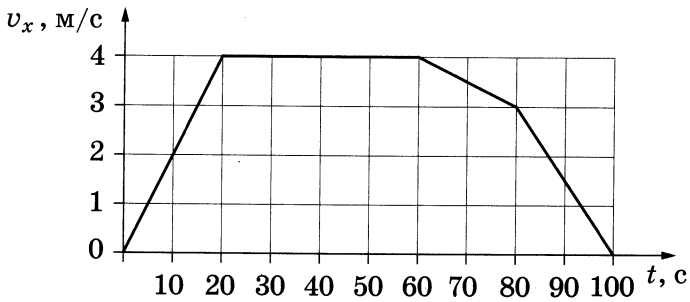
**2** К пружине школьного динамометра подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина при этом упруго удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если массу груза увеличить втрое?

Ответ: _____ см.

**3** У основания гладкой наклонной плоскости шайба массой 20 г обладает кинетической энергией, равной 0,16 Дж. Определите максимальную высоту, на которую шайба может подняться по наклонной плоскости относительно основания.

Ответ: _____ м.

**4** В инерциальной системе отсчёта вдоль оси $Ox$ движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости этого тела от времени $t$.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о движении тела.

1) За промежуток времени от 80 до 100 с тело переместилось на 30 м.
2) За промежуток времени от 60 до 80 с импульс тела увеличился на 40 кг · м/с.
3) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 10 до 20 с увеличилась в 4 раза.
4) В момент времени 90 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равен 1,5 Н.
5) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 3 раза меньше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В первом опыте на поверхности керосина плавает деревянный брусок, частично погружённый в жидкость. Во втором опыте брусок заменили на другой — той же плотности и массы, но меньшей высоты.

Как изменятся сила Архимеда, действующая на брусок, и масса вытесненного керосина при переходе от первого опыта ко второму?

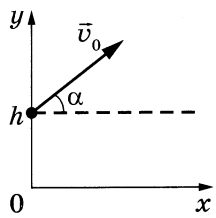
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила Архимеда | Масса вытесненного керосина |
|---|---|
| | |

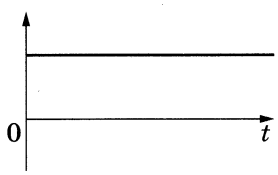
**6** Мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом $\alpha$ к горизонту с балкона высотой $h$ (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



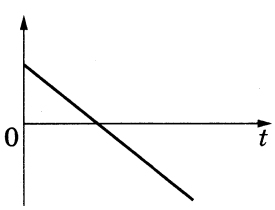

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) координата $x$ мячика
2) проекция импульса мячика на ось $x$
3) проекция импульса мячика на ось $y$
4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

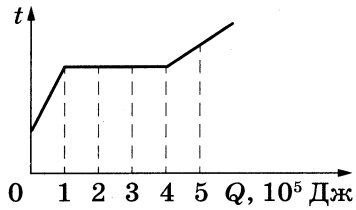
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** Концентрацию атомов аргона уменьшили в 6 раз. Средняя кинетическая энергия теплового движения атомов аргона при этом снизилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась абсолютная температура?

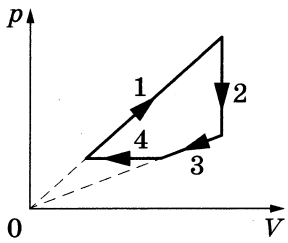
Ответ: в _____ раз(а).

**8** На рисунке показан график изменения температуры $t$ вещества по мере поглощения им количества теплоты $Q$. Масса вещества — 0,4 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



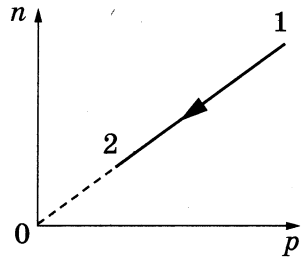

Ответ: _____ кДж/кг.

**9** На рисунке показаны различные процессы изменения состояния идеального газа. Масса газа постоянна. В каком из процессов (1, 2, 3 или 4) газ совершает наибольшую по модулю работу?




Ответ: _____.

**10** При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул $n$ пропорциональна давлению $p$ (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процесс 1–2.

1) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа уменьшается.
2) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается.
3) Происходит изотермическое расширение газа.
4) Абсолютная температура газа остаётся неизменной.
5) Плотность газа уменьшается.

Ответ: _____.

**11** Одноатомный идеальный газ в количестве 0,05 моль, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически расширяется при температуре 400 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от давления $p$ газа.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) объём газа $V(p)$ | 1) $20 \cdot p$ |
| Б) внутренняя энергия газа $U(p)$ | 2) 249,3 |
| | 3) 30 |
| | 4) $\frac{166{,}2}{p}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

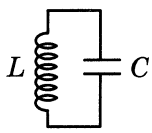
**12** Одинаковые положительные точечные заряды $q = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль сил, с которыми заряды действуют друг на друга.

Ответ: _____ мкН.

**13** В однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл перпендикулярно линиям индукции расположен прямолинейный проводник длиной 40 см. Ток какой силы следует пропустить по проводнику, чтобы на него со стороны магнитного поля начала действовать сила Ампера, равная 20 мН?

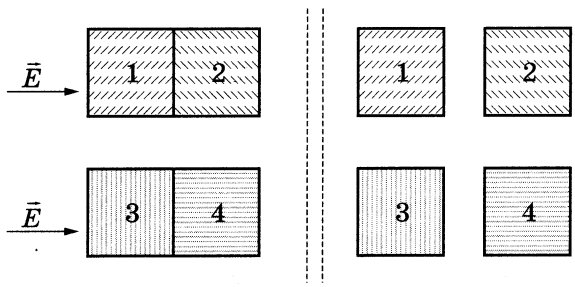
Ответ: _____ А.

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = \pi \cdot 10^6$ с$^{-1}$. Определите частоту колебаний силы тока в контуре.




Ответ: _____ кГц.

**15** Медные незаряженные кубики 1 и 2 и стеклянные незаряженные кубики 3 и 4 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже после этого выключили электрическое поле (правая часть рисунка). Выберите все верные утверждения, описывающие данный процесс.




1) После разделения кубик 1 имеет положительный заряд.
2) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
3) После разделения кубик 4 имеет положительный заряд.
4) При помещении стеклянных кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
5) При помещении медных кубиков в электрическое поле наблюдается явление электростатической индукции.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** К концам отрезка медного провода приложено напряжение $U$. Провод заменили отрезком провода такого же поперечного сечения и такой же длины, изготовленного из материала с бóльшим удельным сопротивлением, оставив прежнее напряжение $U$. Как изменились сопротивление проводника и тепловая мощность, выделяемая в новом проводнике?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сопротивление проводника | Тепловая мощность, выделяемая в проводнике |
|---|---|
| | |

**17** Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — $\nu$; скорость света в воде — $c$; показатель преломления воды относительно воздуха — $n$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) длина волны света в воде
Б) длина волны света в воздухе

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{c}{\nu}$
2) $\frac{n \cdot c}{\nu}$
3) $\frac{c}{n \cdot \nu}$
4) $\frac{c \cdot \nu}{n}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Ядро протактиния $^{226}_{91}\text{Pa}$ испытывает $\alpha$-распад, при этом образуются $\alpha$-частица и ядро элемента $^{A}_{Z}\text{X}$. Каково массовое число A образовавшегося ядра?

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** На металлическую пластинку (катод) установки для исследования фотоэффекта направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого модуль запирающего напряжения и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль запирающего напряжения | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

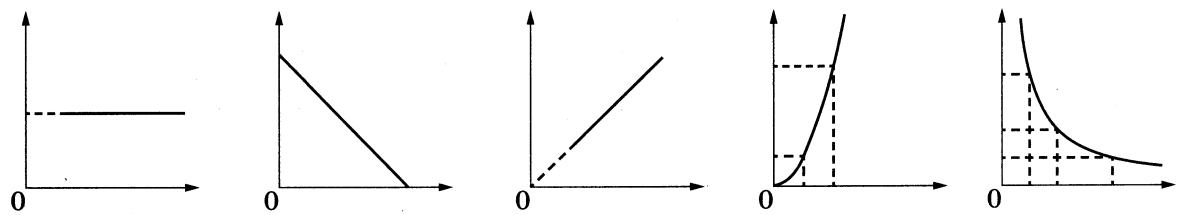
1) Работа постоянной силы, приложенной к телу, прямо пропорциональна модулю перемещения тела.
2) Процесс диффузии может наблюдаться только в газах и в жидкостях.
3) При коротком замыкании внешней цепи идеальный амперметр, включённый в цепь, показывает силу тока, равную нулю.
4) В замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока через ограниченную им площадку возникает индукционный ток.
5) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна энергии кванта света, выбившего его с поверхности фотокатода.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного равноускоренно движущимся телом, от времени движения при начальной скорости тела, равной нулю;
Б) зависимость модуля силы Лоренца, действующей на частицу зарядом $q$ в однородном магнитном поле с индукцией $B$, от скорости частицы;
В) зависимость энергии фотона от импульса фотона.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

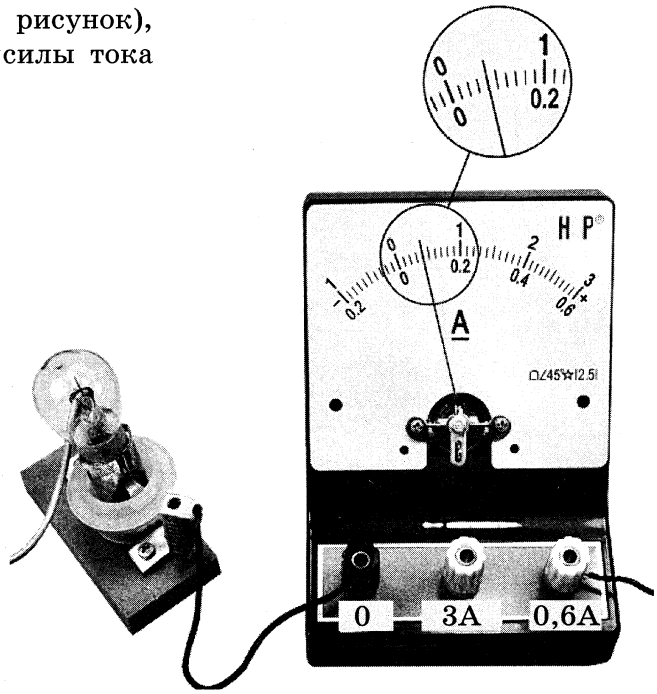
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить жёсткость резинового жгута. Для этого школьник взял штатив с лапкой и динамометр. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) секундомер
2) резиновый жгут
3) весы
4) пружина
5) линейка

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 расположены на одинаковом расстоянии $a$ друг от друга (см. рисунки *а* и *б*). В каждом проводнике протекает электрический ток силой $I$. Токи в проводниках текут так, как показано на рисунке. Определите направление результирующей силы, действующей на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3. Сделайте рисунок, указав в области проводника 1 векторы магнитной индукции полей, созданных проводниками 2 и 3, вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля и вектор результирующей силы. Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.

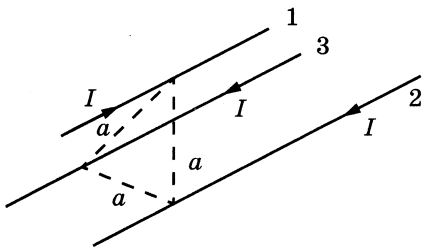



Рис. *а*

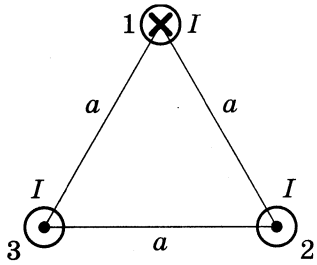


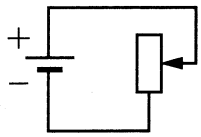

Рис. *б*

**25** Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и $m$, летящие по одной прямой навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной 0,5 м/с? Временем взаимодействия шариков пренебречь.

**26** На металлическую пластинку падает монохроматическое электромагнитное излучение, выбивающее электроны из пластинки. Работа выхода электронов из металла равна 6 эВ, а максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, в 3 раза меньше энергии падающих на пластинку фотонов. Чему равна частота падающего излучения?

**27** Сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых $\frac{V_2}{V_1} = 3$. В первой части сосуда находится воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 80\ \%$. Какой была влажность воздуха во второй части сосуда, если после того, как перегородку убрали, в сосуде установилась относительная влажность 50 %? Считать, что температура воздуха в частях сосуда одинакова и не изменилась после снятия перегородки.

**28** Батарея ЭДС соединена с реостатом так, как показано на рисунке. Каково внутреннее сопротивление батареи, если при силе тока в цепи $I_1 = 1$ А выделяемая на реостате мощность $N_1 = 4$ Вт, а при силе тока $I_2 = 5$ А выделяемая на реостате мощность $N_2 = 10$ Вт?

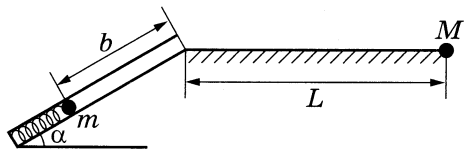



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** На двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном за линзой на расстоянии 30 см от неё? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

**30** Пружинное ружьё наклонено под углом $\alpha = 30°$ к горизонту. Энергия сжатой пружины равна 0,25 Дж. При выстреле шарик проходит по стволу ружья расстояние $b = 0{,}5$ м, вылетает и падает на расстоянии $L = 1$ м от дула ружья в точке $M$, находящейся на одной высоте с дулом (см. рисунок). Найдите массу шарика $m$. Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

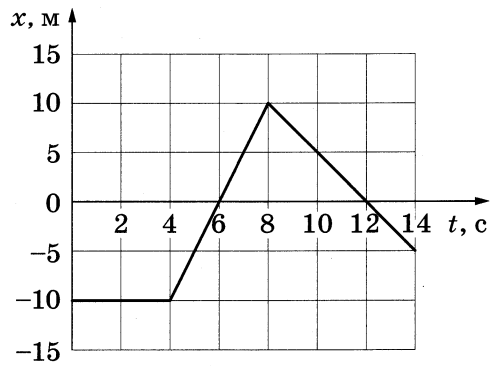
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 17

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости координаты тела $x$ от времени $t$ при его прямолинейном движении вдоль оси $Ox$. Определите проекцию скорости этого тела на ось $Ox$ в промежутке времени от 8 до 14 с.




Ответ: на _____ м/с.

**2** На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза уменьшится вдвое?

Ответ: _____ см.

**3** В инерциальной системе отсчёта тело движется прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 8 Н. На сколько изменился импульс тела за 4 с?

Ответ: на _____ кг · м/с.

**4** Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

1) Если мальчик приложит к гире направленную вертикально силу 90 Н, он не сможет её поднять.
2) Гиря действует на руку мальчика с силой 100 Н, направленной вниз.
3) Вес гири равен 120 Н и направлен вверх.
4) Равнодействующая сил, действующих на гирю, равна 20 Н и направлена вверх.
5) Ускорение гири равно 2 м/с$^2$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска уменьшили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центростремительное ускорение бруска и сила трения между бруском и опорой?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение бруска | Сила трения между бруском и опорой |
|---|---|
| | |

**6** Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью $\upsilon$ под углом $\alpha$ к горизонту, поднимается на максимальную высоту $h$ над земной поверхностью и затем падает на землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная дальность полета
Б) модуль горизонтальной проекции скорости тела в верхней точке траектории

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{\upsilon^2 \sin^2\alpha}{2g}$
2) $\upsilon \sin\alpha$
3) $\dfrac{\upsilon^2 \sin 2\alpha}{g}$
4) $\upsilon \cos\alpha$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Концентрация молекул разреженного газа уменьшилась в 3 раза, а средняя кинетическая энергия теплового поступательного движения молекул увеличилась в 6 раз. Во сколько раз повысилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а).

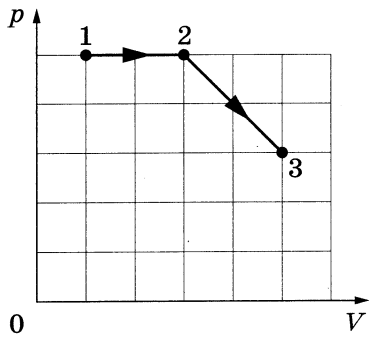
**8** Температура алюминиевой детали массой 6 кг увеличилась от 60 °С до 100 °С. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании? Потерями в окружающую среду пренебречь.

Ответ: _____ кДж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** На $pV$-диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение $\frac{A_{23}}{A_{12}}$ работ газа в процессах 2–3 и 1–2?




Ответ: _____.

**10** В среду и четверг температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в среду было меньше, чем в четверг.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения по поводу этой ситуации.

1) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в среду была больше, чем в четверг.
2) Плотность насыщенных водяных паров в среду и четверг была одинаковой.
3) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м$^3$ воздуха, в среду была меньше, чем в четверг.
4) Давление водяных паров в среду было меньше, чем в четверг.
5) Относительная влажность воздуха в среду была больше, чем в четверг.

Ответ: _____.

**11** Установите соответствие между процессами, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами ($\Delta U$ — изменение внутренней энергии; $A$ — работа газа), которые их характеризуют.

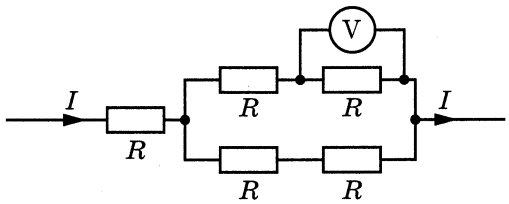
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
|---|---|
| А) изотермическое сжатие | 1) $\Delta U = 0; A < 0$ |
| Б) изохорное нагревание | 2) $\Delta U < 0; A = 0$ |
| | 3) $\Delta U > 0; A = 0$ |
| | 4) $\Delta U > 0; A > 0$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 10 Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I$ (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 20 В. Определите силу тока $I$ в неразветвленной части цепи.




Ответ: _____ А.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

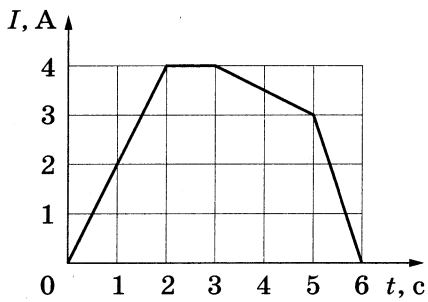
**13** В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетают с одинаковой скоростью протон и электрон. Определите отношение модулей сил Лоренца $\frac{F_p}{F_e}$, действующих на протон и электрон со стороны магнитного поля.

Ответ: _____.

**14** Во сколько раз увеличится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если площадь пластин конденсатора, входящего в состав контура, уменьшить в 9 раз, а индуктивность катушки увеличить в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

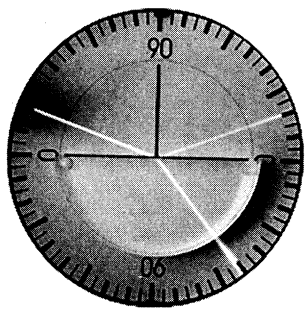
**15** В катушке индуктивностью 20 мГн сила тока $I$ зависит от времени $t$, как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушке.




1) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 2 до 3 с равна 160 мДж.
2) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке минимален в интервале времени от 3 до 4 с.
3) Модуль скорости изменения тока в катушке максимален в интервале времени от 5 до 6 с.
4) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке максимален в интервале времени от 0 до 2 с.
5) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 3 до 5 с равен 10 мВ.

Ответ: _____.

**16** Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления светового пучка и скорость света, распространяющегося в стекле? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:




1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

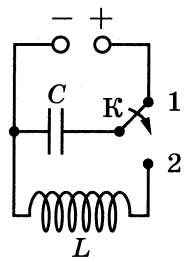
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Угол преломления | Скорость света в стекле |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого ($T$ — период колебаний).

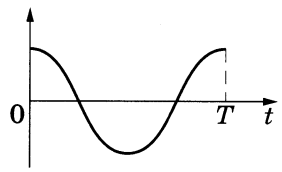



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

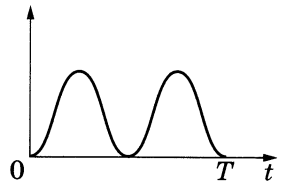
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) энергия магнитного поля катушки
2) заряд левой обкладки конденсатора
3) модуль напряжения на конденсаторе
4) заряд правой обкладки конденсатора

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В вакууме распространяются две монохроматические электромагнитные волны. Частота колебаний электромагнитного поля первой волны в 4 раза больше частоты второй волны. Чему равно отношение $\frac{p_1}{p_2}$ импульсов фотонов первой и второй волн?

Ответ: _____.

**19** На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно уменьшают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого запирающее напряжение и максимальная скорость фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Запирающее напряжение | Максимальная скорость фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

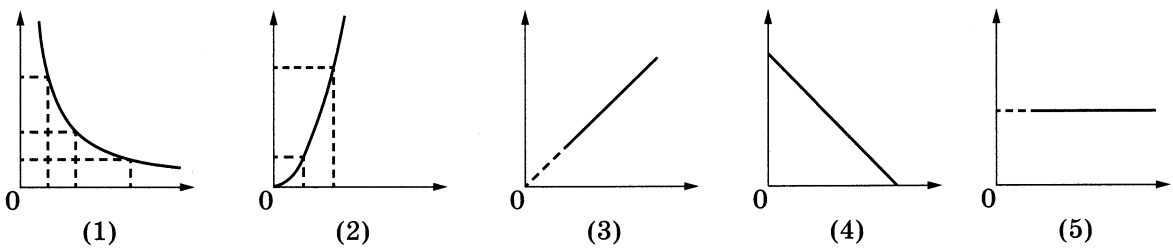
1) Работа силы, приложенной к телу, прямо пропорциональна синусу угла между направлением действия силы и перемещением, совершаемым телом.
2) Температура кипения жидкостей увеличивается с увеличением их объёма.
3) Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна квадрату расстояния между ними.
4) Частота гармонических электромагнитных колебаний в идеальном контуре из катушки индуктивности с железным сердечником и воздушного конденсатора увеличивается при удалении сердечника из катушки.
5) Монохроматический свет с длиной волны меньше красной границы фотоэффекта для данного металла, падая на катод, выполненный из него, приводит к возникновению фототока.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля скорости свободно падающего тела от времени при начальной скорости тела, равной нулю;
Б) зависимость силы Ампера, действующей на проводник длиной $l$, по которому протекает электрический ток $I$, от модуля вектора магнитной индукции $B$;
В) зависимость энергии фотона от длины волны.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

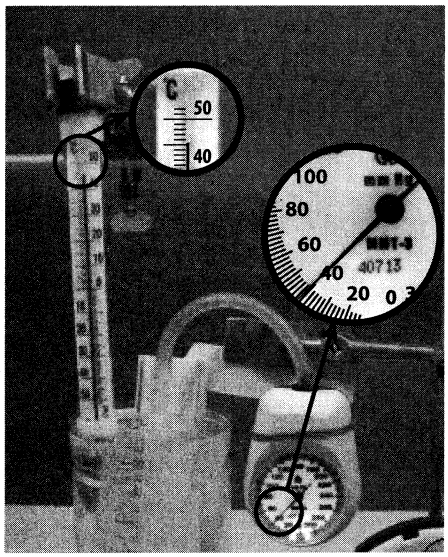
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

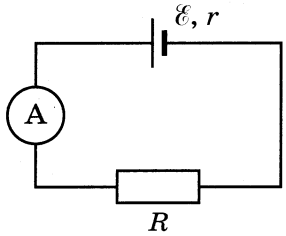
**22** При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял давление в сосуде с газом с помощью манометра (шкала манометра проградуирована в мм рт. ст.). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы манометра. Чему равно давление газа по результатам этих измерений?




Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внутреннего сопротивления источника?




| № цепи | ЭДС источника $\mathscr{E}$, В | Внутреннее сопротивление источника $r$, Ом | Внешнее сопротивление $R$, Ом |
|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 1 | 15 |
| 2 | 6 | 2 | 10 |
| 3 | 12 | 2 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 10 |
| 5 | 9 | 1 | 10 |

Запишите в ответе номера выбранных цепей.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

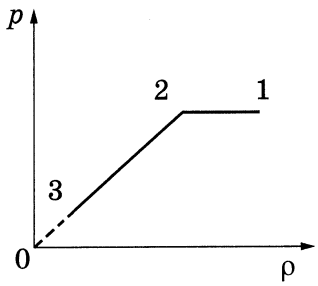
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

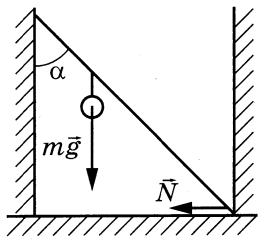
## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



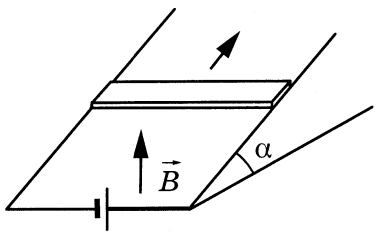

**25** Невесомый стержень длиной 3 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет с вертикалью угол $\alpha = 60°$ (см. рисунок). К стержню на расстоянии 2 м от правого его конца подвешен на нити шар массой 5 кг. Каков модуль силы нормальной реакции $\vec{N}$ правой стенки ящика, действующей на нижний конец стержня?




**26** Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 7 \cdot 10^{14}$ Гц. Поглощаемая мощность $P = 3 \cdot 10^{-14}$ Вт. За какое время детектор поглотит $N = 5 \cdot 10^5$ фотонов?

**27** Два теплоизолированных сосуда, объёмы которых $V_1 = 2V$ и $V_2 = V$, соединены между собой трубкой с вентилем. Вентиль закрыт. Сосуды содержат соответственно разреженный аргон и разреженный криптон в количествах $\nu_1$ и $\nu_2 = 2\nu_1$ при температурах $T_1$ и $T_2 = 2T_1$ соответственно. Каким будет давление в сосудах, если вентиль открыть? Объёмом трубки пренебречь.

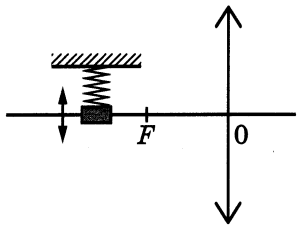
**28** На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле $\vec{B}$ находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 14$ г (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30°$, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику течёт постоянный ток $I = 3$ А и проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0{,}2$. Чему равен модуль индукции магнитного поля $\vec{B}$? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на проводник.



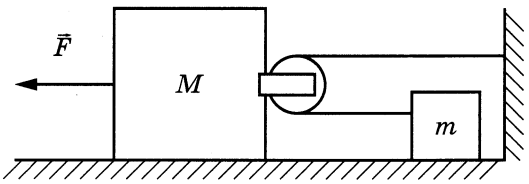

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** Груз на пружине совершает гармонические колебания перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). С помощью этой линзы получено чёткое изображение груза на экране, находящемся на расстоянии 0,5 м от линзы. Максимальная скорость изображения равна 1 м/с. Определите максимальную скорость самого груза, считая груз материальной точкой.




**30** К бруску массой $M = 2$ кг прикреплён лёгкий блок (см. рисунок), через него переброшена лёгкая нерастяжимая нить, один конец которой привязан к стене, а к другому прикреплено тело массой $m = 0{,}75$ кг. На брусок действует сила $F = 10$ Н. Определите ускорение тела. Свободные куски нити горизонтальны и лежат в одной вертикальной плоскости, тела двигаются вдоль одной прямой. Массой блока и нити, а также трением пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

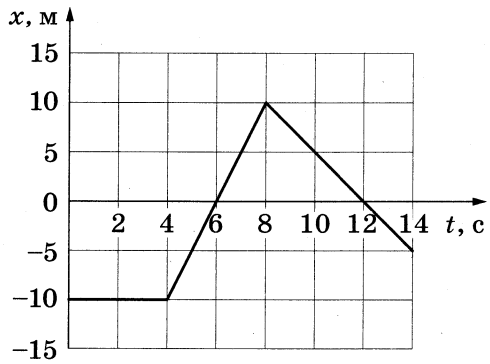
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 18

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости координаты тела $x$ от времени $t$ при его прямолинейном движении вдоль оси $Ox$. Определите проекцию перемещения этого тела на ось $Ox$ в промежутке времени от 8 до 14 с.




Ответ: _____ м.

**2** На штативе закреплён школьный динамометр. К нему подвесили груз массой 0,1 кг. Пружина динамометра при этом удлинилась на 2,5 см. Чему будет равно удлинение пружины, если масса груза увеличится втрое?

Ответ: _____ см.

**3** В инерциальной системе отсчёта тело движется прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 8 Н. Импульс тела изменился на 24 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого изменения импульса?

Ответ: _____ с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Мальчик поднимает вверх гирю массой 10 кг, действуя на неё постоянной силой 120 Н, направленной вертикально вверх. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

1) Если мальчик приложит к гире направленную вертикально силу 90 Н, он сможет её поднять.
2) Гиря действует на руку мальчика с силой 120 Н, направленной вниз.
3) Вес гири равен 120 Н и направлен вниз.
4) Равнодействующая сил, действующих на гирю, равна 240 Н и направлена вверх.
5) Ускорение гири равно 2 м/с$^2$.

Ответ: _____.

**5** В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центростремительное ускорение бруска и сила нормального давления бруска на опору?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение бруска | Сила нормального давления бруска на опору |
|---|---|
| | |

**6** Тело, брошенное с горизонтальной поверхности Земли со скоростью $v$ под углом $\alpha$ к горизонту, поднимается на максимальную высоту $h$ над земной поверхностью и затем падает на землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная высота $h$ над горизонтом
Б) модуль вертикальной проекции скорости тела непосредственно перед падением на землю

ФОРМУЛЫ

1) $\dfrac{v^2\sin^2\alpha}{2g}$
2) $v\sin\alpha$
3) $\dfrac{v^2\sin 2\alpha}{g}$
4) $v\cos\alpha$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

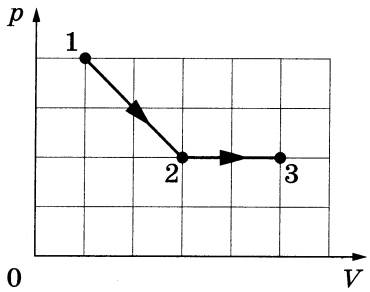
**7** Концентрация молекул разреженного газа уменьшилась в 3 раза, а давление газа уменьшилось в 6,75 раз. Во сколько раз уменьшилась среднеквадратическая скорость теплового поступательного движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(а).

**8** Температура медной детали массой 5 кг увеличилась от 80 °С до 140 °С. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании? Потерями в окружающую среду пренебречь.

Ответ: _____ кДж.

**9** На $pV$-диаграмме (см. рисунок) показано, как изменялось давление газа при его переходе из состояния 1 в состояние 3. Каково отношение $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ работ газа в процессах 1–2 и 2–3?




Ответ: _____.

**10** В среду и четверг температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в среду было меньше, чем в четверг.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения по поводу этой ситуации.

1) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в среду была меньше, чем в четверг.
2) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в среду и четверг была одинаковой.
3) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м$^3$ воздуха, в среду была больше, чем в четверг.
4) Давление насыщенных водяных паров в среду и в четверг было одинаково.
5) Относительная влажность воздуха в среду была меньше, чем в четверг.

Ответ: _____.

**11** Установите соответствие между процессами, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами ($\Delta U$ — изменение внутренней энергии; $A$ — работа газа), которые их характеризуют.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ |
|---|---|
| А) изотермическое расширение | 1) $\Delta U = 0; A < 0$ |
| Б) изобарное нагревание | 2) $\Delta U > 0; A = 0$ |
| | 3) $\Delta U > 0; A > 0$ |
| | 4) $\Delta U = 0; A > 0$ |

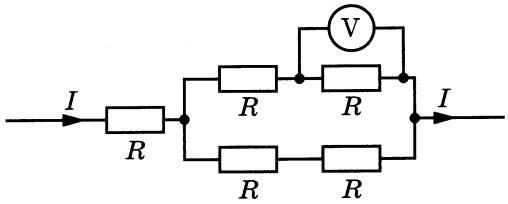
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 1 Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 2$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?




Ответ: _____ В.

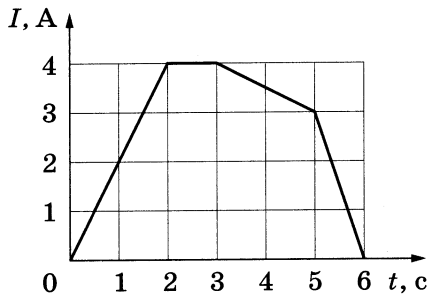
**13** В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетают с одинаковой скоростью протон и альфа-частица. Определите отношение модулей сил Лоренца $\frac{F_p}{F_\alpha}$, действующих на протон и альфа-частицу со стороны магнитного поля.

Ответ: _____.

**14** Во сколько раз увеличится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если площадь пластин конденсатора, входящего в состав контура, увеличить в 2 раза, а индуктивность катушки уменьшить в 8 раз?

Ответ: в _____ раз(а).

**15** В катушке индуктивностью 20 мГн сила тока $I$ зависит от времени $t$, как показано на графике, приведённом на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в катушке.



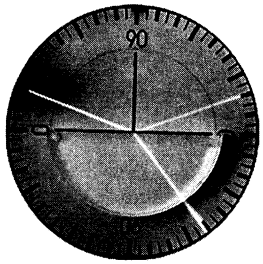

1) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 2 до 3 с равна 40 мДж.
2) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в момент времени 2,5 с равен нулю.
3) Модуль скорости изменения тока в катушке минимален в интервале времени от 5 до 6 с.
4) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке максимален в интервале времени от 5 до 6 с.
5) Модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 3 до 5 с равен 20 мВ.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Как изменятся при увеличении угла падения показатель преломления стекла и скорость света, распространяющегося в стекле? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

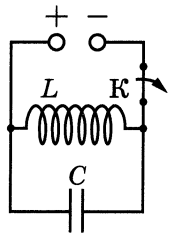



1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Показатель преломления стекла | Скорость света в стекле |
|---|---|
| | |

**17** Катушка индуктивности идеального колебательного контура длительное время подключена к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К размыкают. На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих свободные электромагнитные колебания в контуре после этого ($T$ — период колебаний).

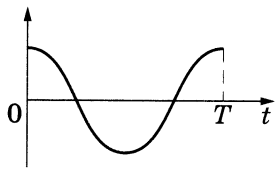



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

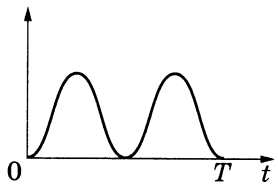
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) энергия магнитного поля катушки
2) энергия электрического поля конденсатора
3) сила тока в катушке
4) заряд правой обкладки конденсатора

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В вакууме распространяются две монохроматические электромагнитные волны. Длина первой волны в 4 раза больше длины второй волны. Чему равно отношение $\frac{p_1}{p_2}$ импульсов фотонов первой и второй волн?

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его длины волны. Как изменятся в результате этого запирающее напряжение и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Запирающее напряжение | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

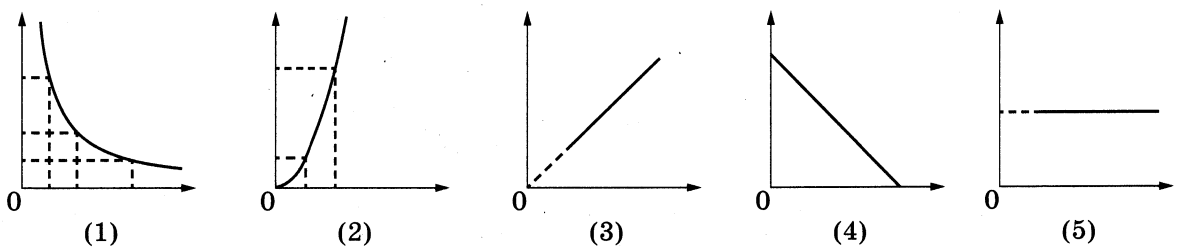
1) Перемещение материальной точки, движущейся по окружности, при совершении ею полного оборота равно нулю.
2) Внутренняя энергия постоянной массы идеального газа в изотермическом процессе всегда увеличивается.
3) Сила притяжения между разноимёнными точечными зарядами изменяется прямо пропорционально расстоянию между ними.
4) Силой Ампера называют силу, с которой магнитное поле действует на проводник с током.
5) Монохроматический свет с длиной волны больше красной границы фотоэффекта для данного металла, падая на катод, выполненный из него, приводит к возникновению фототока.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного свободно падающим телом, от времени при начальной скорости тела, равной нулю;
Б) зависимость силы Ампера, действующей на проводник длиной $l$ в однородном магнитном поле с индукцией $B$, от силы тока в проводнике;
В) зависимость энергии фотона от частоты.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

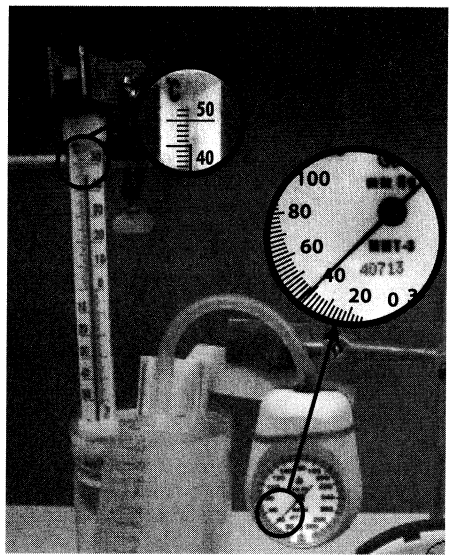
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

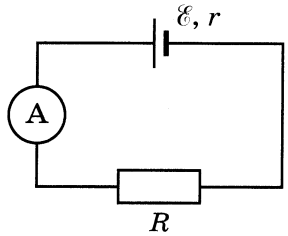
**22** При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений?




Ответ: (_____ ± _____) °C.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внешнего сопротивления цепи?




| № цепи | ЭДС источника $\mathscr{E}$, В | Внутреннее сопротивление источника $r$, Ом | Внешнее сопротивление $R$, Ом |
|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 1 | 15 |
| 2 | 6 | 2 | 10 |
| 3 | 12 | 2 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 10 |
| 5 | 9 | 1 | 10 |

Запишите в ответе номера выбранных цепей.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

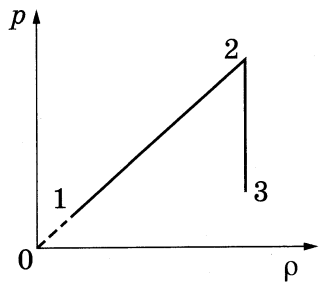
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

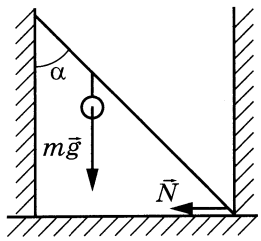
## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На графике представлена зависимость давления неизменной массы идеального газа от его плотности. Опишите, как изменяются в зависимости от плотности температура и объём газа в процессах 1–2 и 2–3.



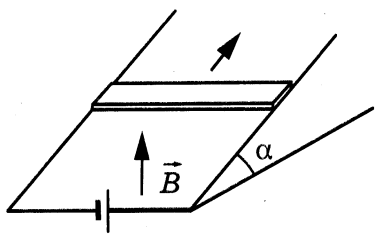

**25** Невесомый стержень длиной 3 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет с вертикалью угол $\alpha = 45°$ (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от левого его конца подвешен на нити шар массой 3 кг. Каков модуль силы нормальной реакции $\vec{N}$ правой стенки ящика, действующей на нижний конец стержня?




**26** Детектор полностью поглощает падающий на него свет длиной волны $\lambda = 500$ нм. Поглощаемая мощность $P = 6 \cdot 10^{-14}$ Вт. За какое время детектор поглотит $N = 10^6$ фотонов?

**27** Два теплоизолированных сосуда, объёмы которых $V_1 = 1{,}5V$ и $V_2 = V$, соединены между собой трубкой с вентилем. Вентиль закрыт. Сосуды содержат соответственно разреженный гелий и разреженный аргон в количествах $\nu_1$ и $\nu_2 = 3\nu_1$ при температурах $T_1$ и $T_2 = 3T_1$ соответственно. Каким будет давление в сосудах, если вентиль открыть? Объёмом трубки пренебречь.

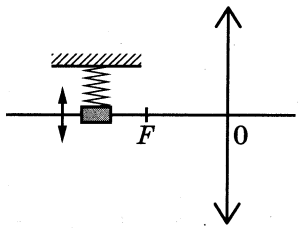
**28** На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле $\vec{B}$ находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 20$ г (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30°$, модуль индукции магнитного поля $B = 0{,}04$ Тл, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику течёт постоянный ток $I$ и проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0{,}2$. Чему равна сила тока $I$? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на проводник.



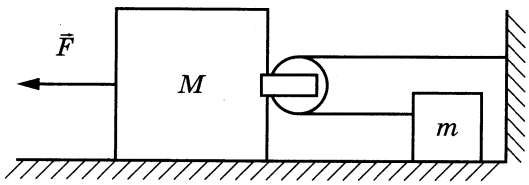

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** Груз на пружине совершает гармонические колебания перпендикулярно главной оптической оси собирающей линзы с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). С помощью этой линзы получено чёткое изображение груза на экране, находящемся на расстоянии 0,5 м от линзы. Максимальная скорость груза равна 4 м/с. Определите максимальную скорость изображения груза. Груз считать материальной точкой.




**30** К бруску массой $M = 2$ кг прикреплён лёгкий блок (см. рисунок), через него переброшена лёгкая нерастяжимая нить, один конец которой привязан к стене, а к другому прикреплено тело массой $m = 0{,}75$ кг. На брусок действует сила $F = 10$ Н. Определите ускорение бруска. Свободные куски нити горизонтальны и лежат в одной вертикальной плоскости, тела двигаются вдоль одной прямой. Массой блока и нити, а также трением пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

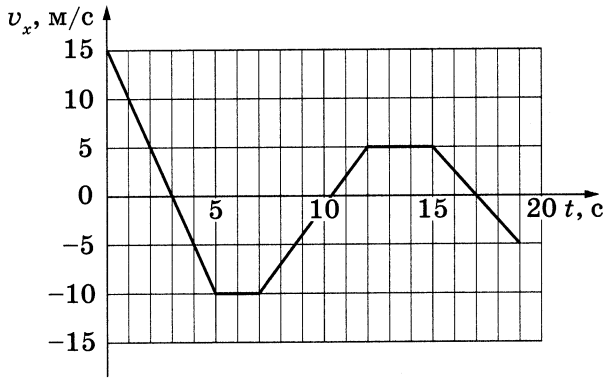
## ВАРИАНТ 19

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $\upsilon_x$ скорости тела от времени $t$.

Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5 с.




Ответ: _____ м.

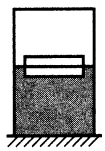
**2** Скорость груза массой 0,6 кг равна 4 м/с. Какова кинетическая энергия груза?

Ответ: _____ Дж.

**3** Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 400 Н/м, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо первой пружины, чтобы период свободных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?

Ответ: _____ Н/м.

**4** Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанных друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



1) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м$^3$.
2) Если на верхний брусок положить груз массой 0,7 кг, то бруски утонут.
3) Если воду заменить на керосин, то глубина погружения брусков уменьшится.
4) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 20 Н.
5) Если в стопку добавить ещё два таких же бруска, то глубина её погружения увеличится на 10 см.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила нормального давления бруска на плоскость и коэффициент трения бруска о плоскость?

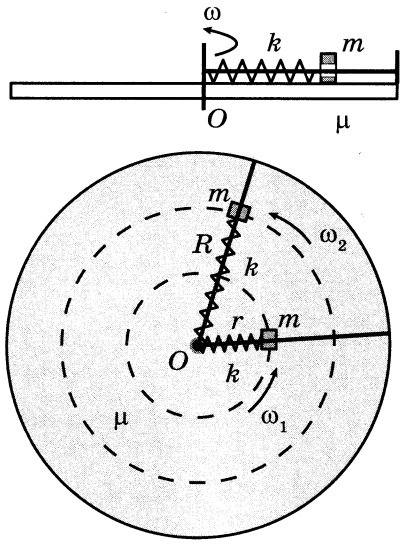
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила нормального давления бруска на плоскость | Коэффициент трения бруска о плоскость |
|---|---|
| | |

**6** Маленькая шайба массы $m$, способная перемещаться вдоль гладкого стержня, находится на поверхности горизонтального диска, равномерно вращающегося с угловой скоростью $\omega_1$, на расстоянии $r$ от оси $O$, с которой шайба соединена лёгкой недеформированной пружинкой жёсткости $k$ (см. рисунок). Коэффициент трения между шайбой и диском — $\mu$. Как только угловая скорость начинает медленно и плавно возрастать, шайба начинает смещаться. При угловой скорости $\omega_2$ расстояние до оси стало $R$, при этом диск стал вновь вращаться равномерно.




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль ускорения шайбы, находящейся на расстоянии $R$ от оси вращения

Б) кинетическая энергия шайбы, находящейся на расстоянии $r$ от оси вращения

ФОРМУЛЫ

1) $\omega_2^2 R + \mu g$

2) $\dfrac{k(R-r)}{m} + \mu g$

3) $\mu m g (R-r)$

4) $\dfrac{m(\omega_1 r)^2}{2}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Во сколько раз нужно увеличить количество газа в сосуде, чтобы после уменьшения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое больше начального?

Ответ: в _____ раз(а).

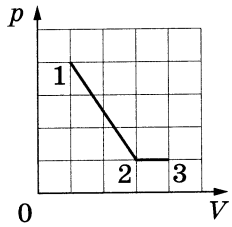
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**8** В воздухе комнаты при относительной влажности 40 % парциальное давление водяного пара равно 980 Па. Определите давление насыщенного водяного пара при данной температуре.

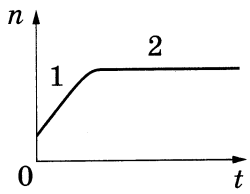
Ответ: _____ Па.

**9** На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Чему равно отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ при этих переходах?




Ответ: _____.

**10** В стеклянную колбу налили немного воды и герметично закрыли её пробкой. Вода постепенно испарялась. На рисунке показан график изменения со временем $t$ концентрации $n$ молекул водяного пара внутри колбы. Температура в колбе в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в колбе ещё оставалась вода. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно описанного процесса.




1) На участке 1 водяной пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный.
2) На участке 2 давление водяных паров не менялось.
3) На участке 1 плотность водяных паров уменьшалась.
4) На участке 2 плотность водяных паров увеличивалась.
5) На участке 1 давление водяных паров уменьшалось.

Ответ: _____.

**11** Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена водородом. Как изменяется с набором высоты при быстром подъёме шара давление водорода и концентрация молекул водорода в шаре? Оболочку считать теплоизолированной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Давление водорода | Концентрация молекул водорода |
|---|---|
| | |

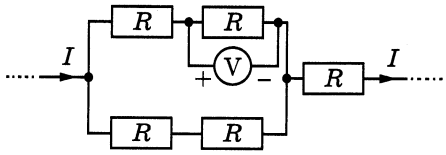
**12** Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен $F$. Во сколько раз уменьшится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в 5 раз, другой заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в _____ раз(а).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

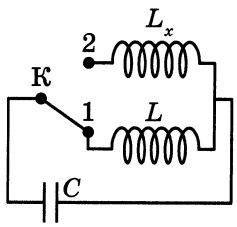
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**13** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 15 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



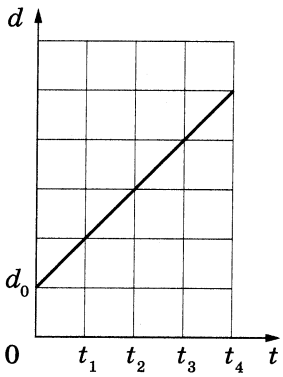

Ответ: _____ В.

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) индуктивность катушки $L$ = 12 мГн. Какой должна быть индуктивность $L_x$ второй катушки, чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре уменьшился в $\sqrt{3}$ раз?




Ответ: _____ мГн.

**15** Плоский воздушный конденсатор ёмкостью $C_0$, подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии $d_0$ друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике. Выберите все верные утверждения, соответствующие описанию опыта.




1) Энергия конденсатора убывает в интервале времени от $t_1$ до $t_4$.
2) Ёмкость конденсатора убывает в интервале времени от $t_1$ до $t_4$.
3) В момент времени $t_4$ заряд конденсатора уменьшился в пять раз по сравнению с первоначальным.
4) Напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной в промежутке времени от $t_1$ до $t_4$.
5) Напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора возрастает в промежутке времени от $t_1$ до $t_4$.

Ответ: _____.

**16** Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при увеличении сопротивления резистора сила тока в цепи и напряжение на резисторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Напряжение на резисторе |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Спираль лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы на расстоянии $a$ от неё перпендикулярно этой оси, причём $F < a < 2F$, где $F$ — модуль фокусного расстояния линзы. Затем рассеивающую линзу заменили на собирающую с фокусным расстоянием $F$. Установите соответствие между видом линзы, использованной в опыте, и свойствами даваемого ею изображения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ВИДЫ ЛИНЗ | СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ |
|---|---|
| А) линза рассеивающая | 1) мнимое, прямое, уменьшенное |
| Б) линза собирающая | 2) мнимое, перевёрнутое, увеличенное |
| | 3) действительное, перевёрнутое, увеличенное |
| | 4) действительное, прямое, увеличенное |

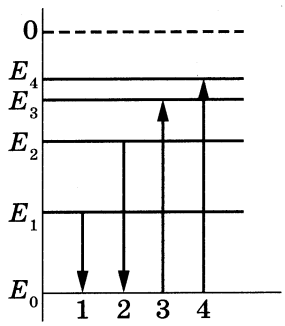
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Частоты фотонов двух пучков света связаны равенством $\nu_2 = 2\nu_1$. Определите отношение модулей импульсов фотонов $\frac{p_2}{p_1}$.

Ответ: _____.

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей энергии, а какой — с излучением света с наименьшей длиной волны?




Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) поглощение света наибольшей энергии | 1) 1 |
| Б) излучение света с наименьшей длиной волны | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

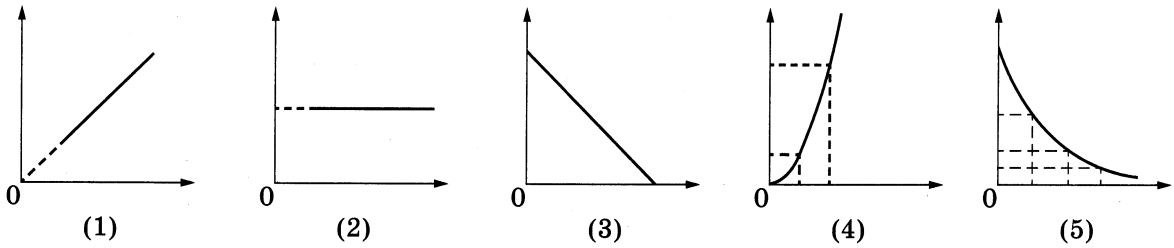
1) Изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени является механическим движением.
2) Процесс конденсации жидкостей происходит с поглощением большого количества теплоты.
3) При последовательном соединении резисторов напряжения на всех резисторах одинаковы.
4) Если замкнутый проводящий контур покоится в постоянном однородном магнитном поле, то в нём возникает индукционный ток.
5) Закон радиоактивного распада носит статистический характер и справедлив для огромного числа радиоактивных атомов.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля скорости тела, брошенного вертикально вверх, от времени;
Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
В) зависимость заряда конденсатора от напряжения между его обкладками.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

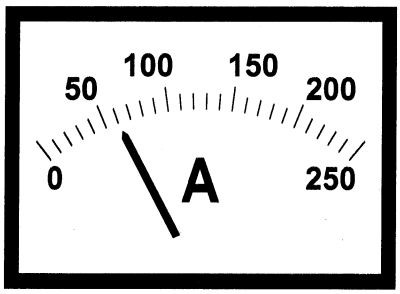



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока составляет половину цены деления амперметра.



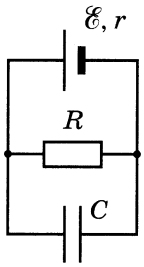

Ответ: (_____ ± _____) А.

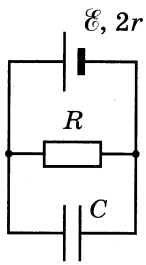
***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

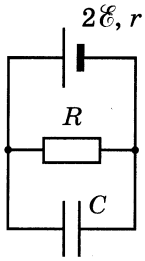
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

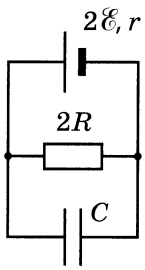
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

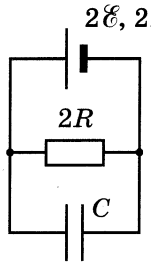
**23** Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

1) 


2) 


3) 


4) 


5) 


Запишите в ответе номера выбранных схем.

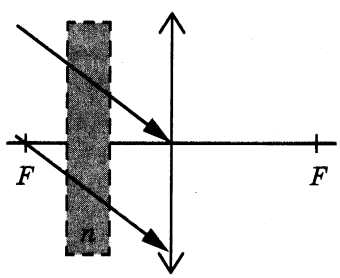
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На тонкую собирающую линзу от удалённого источника падает пучок параллельных лучей (см. рисунок). Как изменится положение изображения источника, создаваемого линзой, если между линзой и её фокусом поставить плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления $n$ (на рисунке положение пластинки отмечено пунктиром)? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали. Сделайте рисунок, поясняющий ход лучей до и после установки плоскопараллельной стеклянной пластинки.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

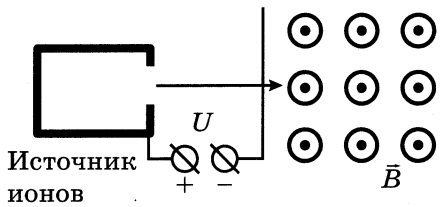
***Полное правильное решение каждой из задач 24–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Груз массой 0,4 кг подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт равноускоренно поднимается вверх на расстояние 5 м в течение 2 с. Каково удлинение пружины при установившемся движении груза?

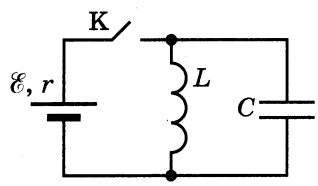
**26** Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если увеличить частоту падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите работу выхода электронов с поверхности металла.

**27** Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении $10^5$ Па. Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна $m = 500$ кг. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0 °С. Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара? (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

**28** Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0{,}2$ м, модуль индукции магнитного поля $B = 0{,}5$ Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.




**29** В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $\mathscr{E} = 3$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн, $C = 50$ мкФ. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Каково напряжение $U$ на конденсаторе в момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний сила тока в контуре $I = 1$ А? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 250$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3{,}6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой $m$. Скорость пули $v = 555$ м/с. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние $S = 2{,}5$ м от места удара. Найдите массу пули $m$. Трение бруска о плоскость не учитывать.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

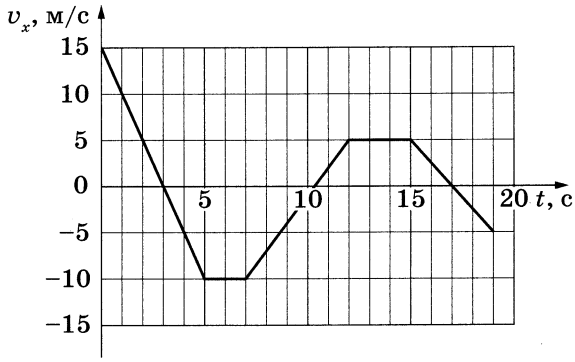
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 20

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.




Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 15 до 19 с.

Ответ: _____ м.

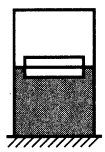
**2** Кинетическая энергия тела, движущегося со скоростью 3 м/с, равна 18 Дж. Какова масса тела?

Ответ: _____ кг.

**3** Груз массой 0,16 кг, подвешенный на пружине, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Груз какой массой нужно подвесить на этой пружине вместо первого груза, чтобы частота свободных колебаний уменьшилась в 2 раза?

Ответ: _____ кг.

**4** Два одинаковых бруска толщиной 5 см и массой 1 кг каждый, связанных друг с другом, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между ними (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



1) Если воду заменить на подсолнечное масло, то глубина погружения брусков уменьшится.
2) Если на верхний брусок поставить гирю массой 1,5 кг, то бруски не утонут.
3) Если в стопку добавить ещё три таких же бруска, то глубина её погружения увеличится на 15 см.
4) Сила Архимеда, действующая на бруски, равна 10 Н.
5) Плотность материала, из которого изготовлены бруски, равна 500 кг/м$^3$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** В первой серии опытов брусок с грузом перемещали при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов точно так же перемещали этот брусок, но сняв с него груз. Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй модуль работы силы трения при перемещении бруска на одинаковые расстояния и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

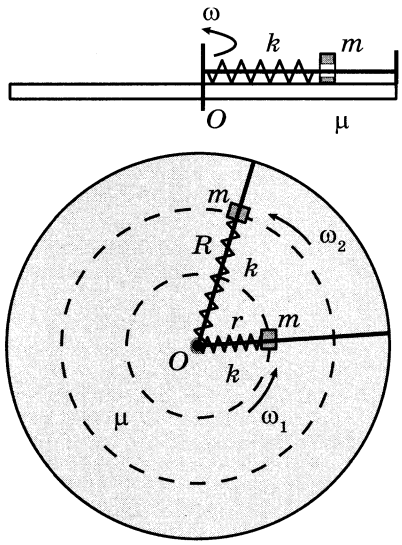
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль работы силы трения | Коэффициент трения |
|---|---|
| | |

**6** Маленькая шайба массы $m$, способная перемещаться вдоль гладкого стержня, находится на поверхности горизонтального диска, равномерно вращающегося с угловой скоростью $\omega_1$, на расстоянии $r$ от оси $O$, с которой шайба соединена лёгкой недеформированной пружинкой жёсткости $k$ (см. рисунок). Коэффициент трения между шайбой и диском — $\mu$. Как только угловая скорость начинает медленно и плавно возрастать, шайба начинает смещаться. При угловой скорости $\omega_2$ расстояние до оси стало $R$, при этом диск стал вновь вращаться равномерно.




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль скорости шайбы, находящейся на расстоянии $R$ от оси вращения
Б) модуль равнодействующей сил, действующих на шайбу на расстоянии $R$

ФОРМУЛЫ

1) $\omega_2^2 R$
2) $\omega_2 R$
3) $k(R-r)+\mu mg$
4) $k(R-r)$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

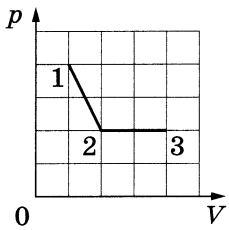
**7** В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Во сколько раз нужно уменьшить количество вещества газа в сосуде, чтобы после увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое меньше начального?

Ответ: в _____ раз(а).

**8** Парциальное давление водяного пара в комнате равно 1584 Па. Давление насыщенного пара при температуре воздуха в комнате составляет 2640 Па. Определите относительную влажность воздуха в комнате.

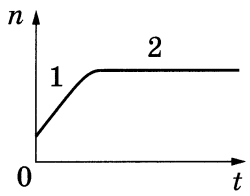
Ответ: _____ %.

**9** На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объёма при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ в этих двух процессах?




Ответ: _____.

**10** В сосуде под поршнем находятся только пары аммиака. Поршень медленно и равномерно опускают, уменьшая объём сосуда. Температура в сосуде поддерживается постоянной. На рисунке показан график изменения со временем $t$ концентрации $n$ молекул паров аммиака внутри сосуда. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно описанного процесса.




1) На участке 2 плотность паров аммиака уменьшалась.
2) На участке 1 плотность паров аммиака уменьшалась.
3) На участке 2 давление паров аммиака увеличивалось.
4) На участке 1 пар аммиака ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный.
5) На участке 1 давление паров аммиака увеличивалось.

Ответ: _____.

**11** Тонкая, упругая и мягкая оболочка герметичного воздушного шара наполнена горячим воздухом. Как изменяется с набором высоты при медленном подъёме шара плотность воздуха в нём и внутренняя энергия воздуха в шаре? Оболочку считать теплопроводной.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Плотность воздуха в шаре | Внутренняя энергия воздуха в шаре |
|---|---|
| | |

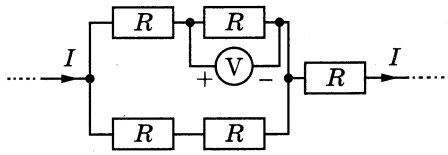
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**12** Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен $F$. Во сколько раз увеличится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в 1,5 раза, другой заряд увеличить в 6 раз, а расстояние между ними оставить прежним?

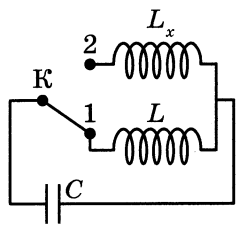
Ответ: в _____ раз(а).

**13** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 25 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток (см. рисунок). Идеальный вольтметр показывает напряжение 75 В. Определите силу тока в цепи $I$.



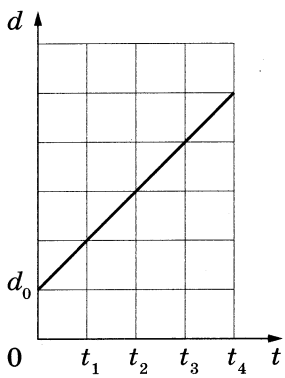

Ответ: _____ А.

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) индуктивность катушки $L$ = 6 мГн. Какой должна быть индуктивность $L_x$ второй катушки, чтобы при переводе ключа К из положения 1 в положение 2 период собственных электромагнитных колебаний в контуре увеличился в $\sqrt{6}$ раз?




Ответ: _____ мГн.

**15** Плоский воздушный конденсатор ёмкостью $C_0$, подключенный к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии $d_0$ друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике. Выберите все верные утверждения, соответствующие описанию опыта.




1) Ёмкость конденсатора убывает в интервале времени от $t_1$ до $t_4$.
2) Энергия конденсатора равномерно увеличивается в интервале времени от $t_1$ до $t_4$.
3) Напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора уменьшается в промежутке времени от $t_1$ до $t_4$.
4) В момент времени $t_4$ ёмкость конденсатора увеличилась в пять раз по сравнению с первоначальным.
5) Напряжение между пластинами конденсатора остаётся постоянным в промежутке времени от $t_1$ до $t_4$.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | ЭДС источника |
|---|---|
| | |

**17** Спираль лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием, равным по модулю $F$, перпендикулярно этой оси. Расстояние $a$ от линзы до спирали меньше $F$. Затем рассеивающую линзу заменили на собирающую с фокусным расстоянием $F$. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами даваемого ею изображения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

А) линза собирающая
Б) линза рассеивающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

1) действительное, перевёрнутое, увеличенное
2) действительное, перевёрнутое, уменьшенное
3) мнимое, прямое, уменьшенное
4) мнимое, прямое, увеличенное

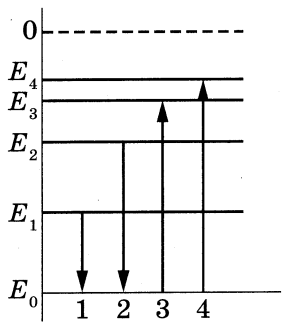
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Модуль импульса фотона красного света в 2 раза меньше модуля импульса фотона фиолетового света. Найдите отношение длины волны фотона фиолетового цвета к длине волны фотона красного цвета.

Ответ: _____.

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой — с излучением света наибольшей частоты?




Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) поглощение света наименьшей частоты | 1) 1 |
| Б) излучение света наибольшей частоты | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

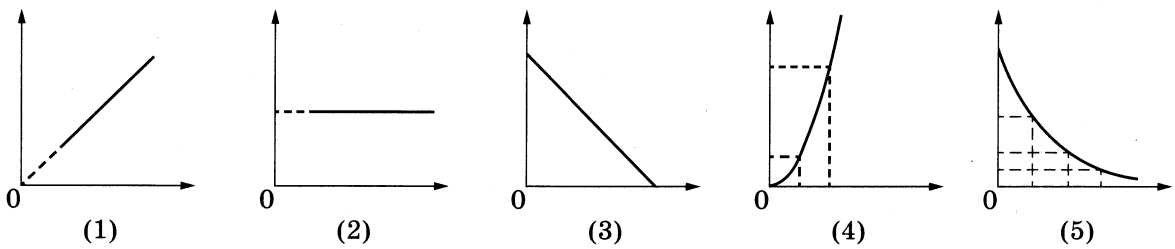
1) Тело, расстояние между любыми двумя точками которого остаётся неизменным, называется абсолютно твёрдым телом.
2) Теплопередача путём электромагнитного излучения возможна только в атмосфере Земли и не наблюдается в вакууме.
3) В процессе электризации трением два первоначально незаряженных тела приобретают разноимённые и различные по модулю заряды.
4) Магнитное поле индукционного тока в контуре всегда увеличивает магнитный поток, изменение которого привело к возникновению этого индукционного тока.
5) Через промежуток времени, равный периоду полураспада, нераспавшимися остаётся половина от большого числа изначально имевшихся радиоактивных ядер данного элемента.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля скорости свободно падающего тела от времени при начальной скорости тела, равной нулю;
Б) зависимость внутренней энергии одного моля идеального газа от его температуры;
В) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроёмкостью $C$ от напряжения между обкладками конденсатора.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

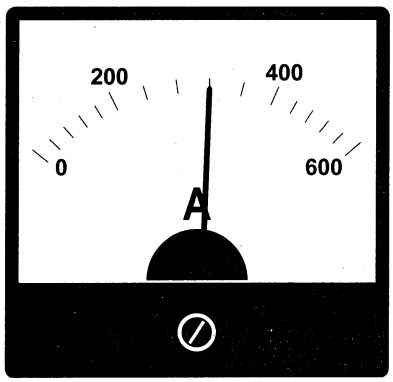
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

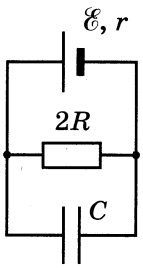
**22** Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока составляет половину цены деления амперметра.

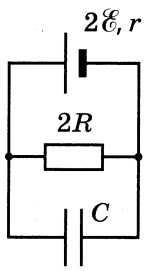


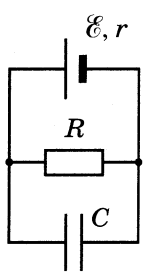

Ответ: (_____ ± _____) А.

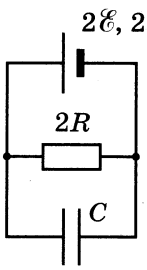
***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

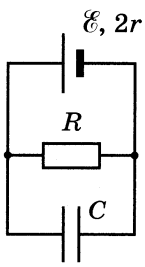
**23** Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от сопротивления резистора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

1) 


3) 


5) 


2) 


4) 


Запишите в ответе номера выбранных схем.

Ответ: | | |

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

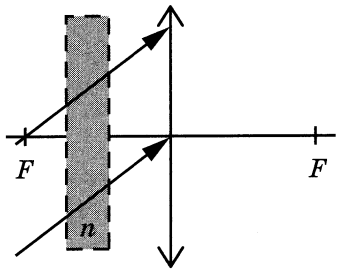
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** На тонкую собирающую линзу от удалённого источника падает пучок параллельных лучей (см. рисунок). Как изменится положение изображения источника, создаваемого линзой, если между линзой и её фокусом поставить плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления $n$ (на рисунке положение пластинки отмечено пунктиром)? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали. Сделайте рисунок, поясняющий ход лучей до и после установки плоскопараллельной стеклянной пластинки.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Груз подвешен на пружине жёсткостью 100 Н/м к потолку лифта. Лифт равноускоренно опускается вниз на расстояние 5 м в течение 2 с. Какова масса груза, если удлинение пружины при установившемся движении груза равно 1,5 см?

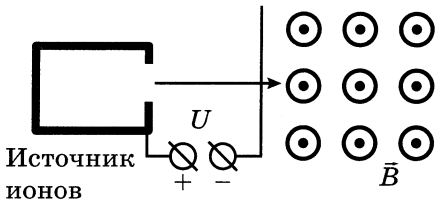
**26** Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла под действием света, равна 1,2 эВ. Если уменьшить длину волны падающего света в 2 раза, то максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из этого же металла, станет равной 3,95 эВ. Определите энергию падающих фотонов в первом случае.

**27** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 2 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении $10^5$ Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0 °С. (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

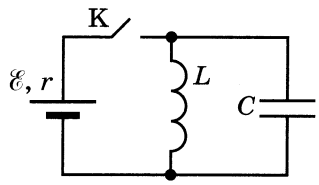
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции $\vec{B}$ (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0{,}2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.




**29** В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $\mathscr{E} = 6$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. В момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний напряжение на конденсаторе равно ЭДС источника, сила тока в контуре $I = 2{,}4$ А. Найдите ёмкость конденсатора $C$. Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.




**30** По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30°$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 250$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3{,}6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой $m = 5$ г. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние $S = 2{,}5$ м от места удара. Найдите скорость пули перед попаданием в брусок. Трение бруска о плоскость не учитывать.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

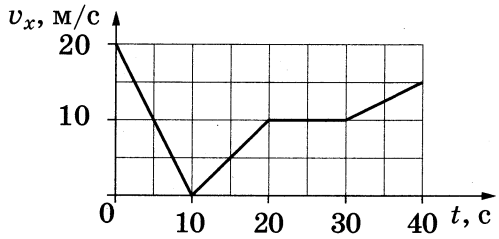
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 21

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Автомобиль движется по прямой улице, совпадающей с осью $Ox$. На графике представлена зависимость проекции его скорости от времени.




Определите проекцию ускорения автомобиля $a_x$ в интервале времени от 30 с до 40 с.

Ответ: _____ м/с$^2$.

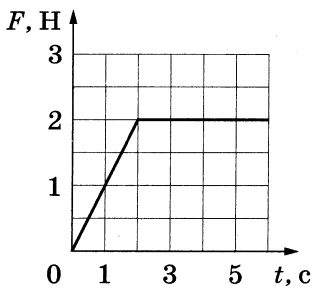
**2** Подвешенная к потолку пружина под действием силы 7,5 Н удлинилась на 1,5 см. Чему равно удлинение этой пружины под действием силы 10 Н?

Ответ: _____ см.

**3** При упругой деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 2 Дж. Какой станет потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации ещё на 1 см?

Ответ: _____ Дж.

**4** Брусок массой 0,5 кг покоится на шероховатой горизонтальной плоскости. На него начинают действовать горизонтальной силой $\vec{F}$, модуль которой изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,2.




Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённого опыта.

1) В промежутке от 1 с до 2 с брусок двигался с ускорением.
2) В промежутке от 0 с до 2 с сила трения, действующая на брусок, не менялась.
3) Кинетическая энергия бруска в промежутке от 0 до 6 с всё время возрастала.
4) В момент времени 5 с ускорение бруска равно 2 м/с$^2$.
5) В промежутке от 2 с до 3 с импульс бруска увеличился на 1 кг·м/с.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** На поверхности воды плавает брусок из древесины плотностью 800 кг/м$^3$. Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 500 кг/м$^3$. Как при этом изменились масса вытесненной воды и действующая на брусок сила Архимеда?

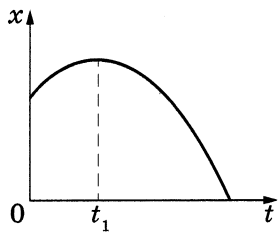
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Масса вытесненной воды | Сила Архимеда |
|---|---|
| | |

**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени $t$.

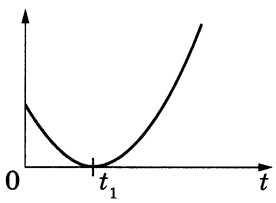



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

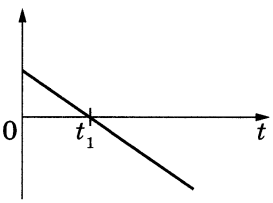
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль импульса тела
2) кинетическая энергия тела
3) модуль ускорения тела
4) проекция скорости тела на ось $Ox$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Температура неона увеличилась с 27 °С до 327 °С. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

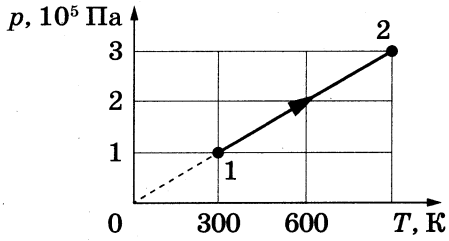
**8** Какова удельная теплоёмкость металла, из которого сделана деталь массой 100 г, если при сообщении ей количества теплоты, равного 840 Дж, она нагрелась на 15 °С?

Ответ: _____ Дж/(кг · К).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

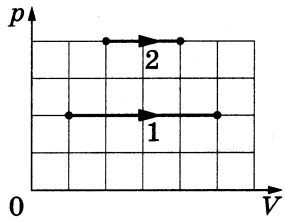
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**9** На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. Насколько в результате этого увеличилась его внутренняя энергия?




Ответ: на _____ кДж.

**10** На $pV$-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3) В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз.
4) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5) Работа, совершённая неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

Ответ: _____.

**11** В неглубоком сосуде наблюдают установившийся процесс кипения воды, при этом со дна сосуда к поверхности поднимается газовый пузырёк. Как изменяются при подъёме объём пузырька и средняя кинетическая энергия молекул водяного пара?

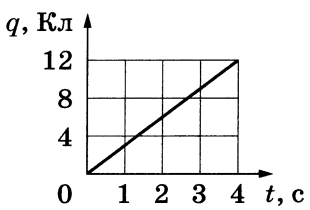
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Объём пузырька | Средняя кинетическая энергия молекул водяного пара |
|---|---|
| | |

**12** По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, возрастает с течением времени согласно графику. Определите силу тока в проводнике.




Ответ: _____ А.

**13** На плавком предохранителе указано: «30 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в сеть с напряжением 36 В, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C$ и катушки индуктивностью $L$. Во сколько раз уменьшится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если его индуктивность увеличить в 18 раз, а ёмкость уменьшить в 2 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

**15** По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник, прикладывая к нему горизонтальную силу $\vec{F}$. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рис. *а*). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на рис. *б*.

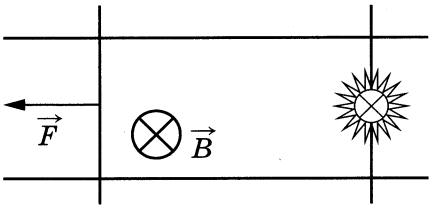



Рис. *а*

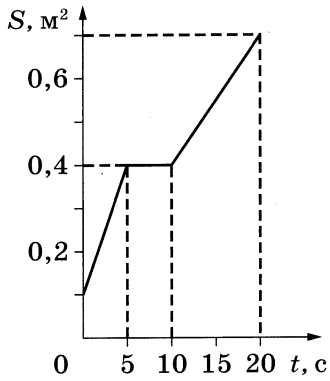



Рис. *б*

Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

1) Ток течёт через лампочку непрерывно в течение первых 8 секунд.
2) В интервале времени от 12 с до 18 с через лампочку течёт ток.
3) Поскольку рельсы гладкие, при равномерном движении проводника $\vec{F} = 0$.
4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 10 с до 20 с.
5) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 0 с до 5 с.

Ответ: _____.

**16** Протон в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца движется по окружности радиусом $r$. В этом же поле по окружности с таким же радиусом стала двигаться α-частица. Как изменились период обращения в магнитном поле и модуль импульса α-частицы по сравнению с протоном?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

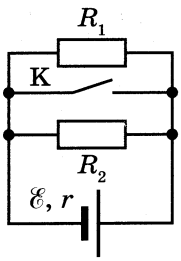
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Период обращения | Модуль импульса |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов физических величин, характеризующих протекание тока в этой цепи. Параметры элементов цепи указаны на рисунке.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) сила тока через источник при замкнутом ключе К | 1) $\frac{\mathscr{E}}{r}$ |
| Б) напряжение на резисторе $R_1$ при разомкнутом ключе К | 2) $\mathscr{E}$ |
| | 3) $\frac{\mathscr{E}R_1R_2}{r(R_1+R_2)+R_1R_2}$ |
| | 4) $\frac{\mathscr{E}R_1}{r+R_1+R_2}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В свинцовую капсулу поместили радиоактивный актиний $^{227}_{89}\mathrm{Ac}$. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа актиния останется в капсуле через 20 дней? Период полураспада актиния 10 дней.

Ответ: _____ %.

**19** Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ВИДЫ РАСПАДА | УРАВНЕНИЯ |
|---|---|
| А) альфа-распад | 1) $^{209}_{83}\mathrm{Bi} + {}^{2}_{1}\mathrm{H} \to {}^{105}_{43}\mathrm{Tc} + {}^{102}_{41}\mathrm{Nb} + 4\,{}^{1}_{0}n$ |
| Б) бета-распад | 2) $^{238}_{92}\mathrm{U} + {}^{22}_{10}\mathrm{Ne} \to {}^{256}_{102}\mathrm{No} + 4\,{}^{1}_{0}n$ |
| | 3) $^{238}_{93}\mathrm{Np} \to {}^{238}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{0}_{-1}e + \tilde{\nu}_e$ |
| | 4) $^{227}_{89}\mathrm{Ac} \to {}^{223}_{87}\mathrm{Fr} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

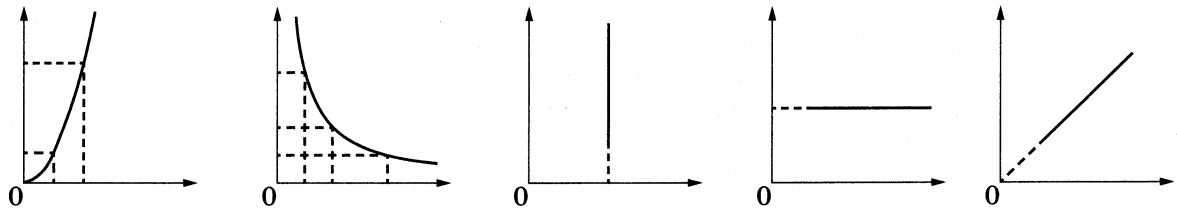
1) Материальной точкой называют тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.
2) Броуновским движением называют самопроизвольное перемешивание газов или жидкостей.
3) Два неподвижных точечных заряда в вакууме действуют друг на друга с силами, обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.
4) В цепи постоянного тока во всех параллельно соединённых резисторах протекает одинаковый электрический ток.
5) Закон радиоактивного распада позволяет установить, какие именно атомы радиоактивного вещества распадутся в следующую секунду.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения;
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изотермическом процессе;
В) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроёмкостью $C$ от заряда конденсатора.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

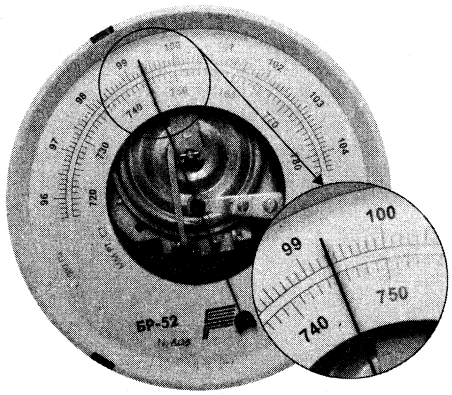



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях, а нижняя шкала — в миллиметрах ртутного столба (см. рисунок). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление в миллиметрах ртутного столба по результатам этих измерений?




Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, соединительные провода и реостат. Какие ***два*** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) лампа накаливания
2) конденсатор
3) вольтметр
4) секундомер
5) амперметр

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

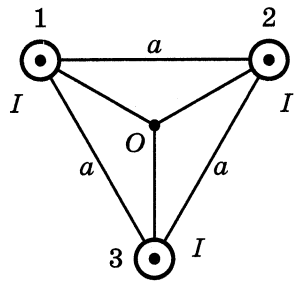
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

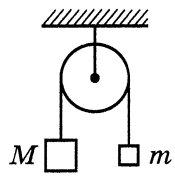
***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 перпендикулярны плоскости рисунка и пересекают её в вершинах равностороннего треугольника со стороной $a$. Токи в проводниках сонаправлены и равны $I$. Опираясь на законы электродинамики, определите направление вектора индукции результирующего магнитного поля в точке $O$ — центре треугольника. Как изменится направление вектора индукции результирующего магнитного поля в точке $O$, если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное?




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Опустившись на 2 м, левый груз приобрёл скорость 4 м/с. Определите силу натяжения нити, если масса правого груза $m$ = 1 кг. Трением пренебречь.



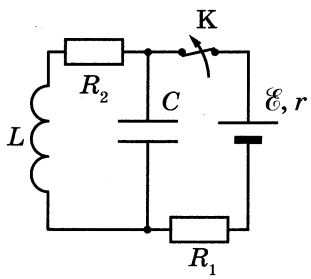

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** Фотокатод облучают ультрафиолетовым излучением частотой $\nu = 1{,}6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода фотоэлектронов из материала катода составляет 3,8 эВ. Определите запирающее напряжение для фотоэлектронов при облучении фотокатода излучением данной частоты.

**27** Шарик закреплён на конце стержня. Другой конец стержня неподвижно прикреплён к горизонтальной оси, которая равномерно вращается с периодом вращения $\tau = 0{,}2$ с. В результате шарик движется в вертикальной плоскости по окружности радиусом $l = 20$ см. Разность модулей сил, с которыми стержень действует на шарик в нижней и в верхней точках траектории, $\Delta T = 0{,}4$ Н. Определите силу $T_2$, с которой стержень действует на шарик в верхней точке траектории. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на шарик в верхней и нижней точках траектории.

**28** На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathscr{E} = 18$ В и внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 6$ Ом, конденсатора электроёмкостью $C = 6$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 12$ мкГн. В начальном состоянии ключ К длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе $R_2$ после размыкания ключа К? Сопротивлением катушки пренебречь.




**29** Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $F$ находится между двумя точечными источниками света на расстоянии $d = 15$ см от одного из них. Источники расположены на главной оптической оси на расстоянии $L = 22{,}5$ см друг от друга. Найдите фокусное расстояние линзы, если их изображения получились в одной и той же точке.

**30** В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ($C_6H_6$) при температуре кипения $t = 80$ °C. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

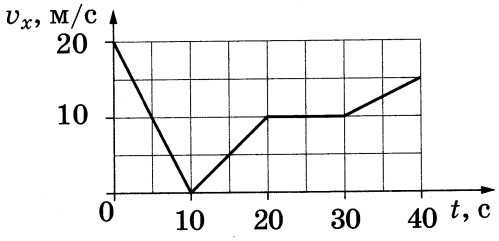
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 22

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени.




Определите проекцию ускорения автомобиля $a_x$ в интервале времени от 20 с до 30 с.

Ответ: _____ м/с$^2$.

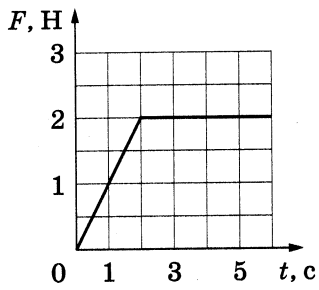
**2** Подвешенная к потолку пружина под действием силы 5 Н удлинилась на 10 см. Чему равно удлинение этой пружины под действием силы 8 Н?

Ответ: _____ см.

**3** При упругой деформации 3 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 1,8 Дж. Какой станет потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?

Ответ: _____ Дж.

**4** Брусок массой 0,5 кг покоится на шероховатой горизонтальной плоскости. На него начинают действовать горизонтальной силой $\vec{F}$, модуль которой изменяется с течением времени так, как показано на рисунке. Коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,2.




Выберите из предложенного перечня все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённого опыта.

1) В промежутке от 0 с до 1 с брусок покоился.
2) В момент времени 1,5 с сила трения, действующая на брусок, равна 1,5 Н.
3) Кинетическая энергия бруска в момент времени 1 с равна 0.
4) В момент времени 5 с ускорение бруска равно 2 м/с$^2$.
5) В промежутке от 2 с до 4 с импульс бруска увеличился на 1 кг·м/с.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**5** На поверхности воды плавает брусок из древесины плотностью 500 кг/м$^3$. Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 700 кг/м$^3$. Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

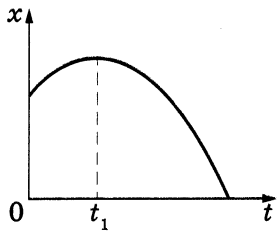
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могу повторяться.

| Глубина погружения бруска | Сила Архимеда |
|---|---|
| | |

**6** На рисунке показан график зависимости координаты $x$ тела, движущегося вдоль оси $Ox$, от времени $t$ (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени $t$.

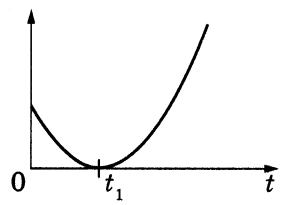



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

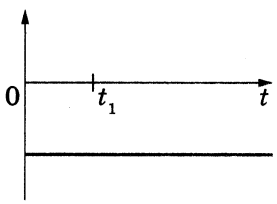
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) модуль импульса тела
2) проекция перемещения тела на ось $Ox$
3) кинетическая энергия тела
4) проекция ускорения тела на ось $Ox$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** Температура аргона уменьшилась с 227 °С до −23 °С. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

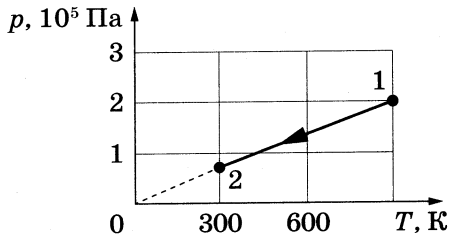
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**8** На сколько градусов нагреется медная деталь массой 100 г, если ей сообщить количество теплоты, равное 760 Дж?

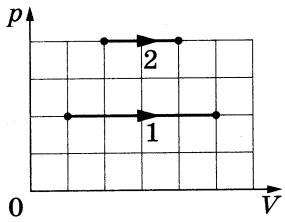
Ответ: на _____ °C.

**9** На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3,6 кДж. Насколько в результате этого уменьшилась его внутренняя энергия?




Ответ: на _____ кДж.

**10** На $pV$-диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же постоянным количеством газообразного неона.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.

1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно уменьшилась в 2 раза.
2) В процессе 1 плотность неона уменьшилась в 5 раз.
3) В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 4 раза.
4) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5) Работа, совершённая неоном в процессе 1, равна работе в процессе 2.

Ответ: _____.

**11** В неглубоком сосуде наблюдают установившийся процесс кипения воды, при этом со дна сосуда к поверхности поднимается газовый пузырёк. Как изменяется при подъёме внутренняя энергия водяного пара в пузырьке и его температура?

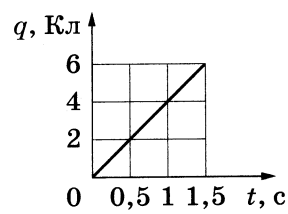
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Внутренняя энергия водяного пара в пузырьке | Температура водяного пара |
|---|---|
| | |

**12** По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Определите силу тока в проводнике.




Ответ: _____ А.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**13** На плавком предохранителе сети напряжением 380 В указано: «10 А». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включить в эту сеть, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

**14** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C$ и катушки индуктивностью $L$. Во сколько раз увеличится период собственных электромагнитных колебаний в контуре, если его индуктивность увеличить в 10 раз, а ёмкость уменьшить в 2,5 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

**15** По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник, прикладывая к нему горизонтальную силу $\vec{F}$. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$ (см. рис. *а*). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на рис. *б*.

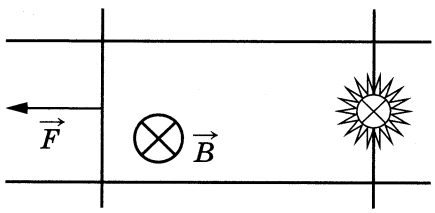



Рис. *а*

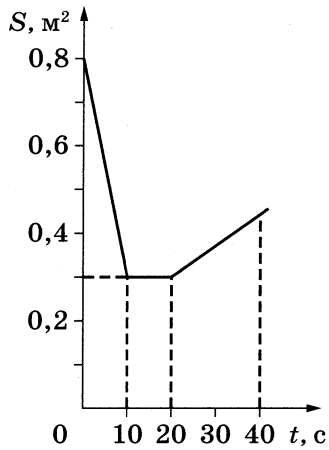



Рис. *б*

Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.

1) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.
2) В интервале времени от 30 с до 40 с через лампочку течёт ток.
3) Поскольку рельсы гладкие, при равномерном движении проводника $\vec{F} = 0$.
4) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 20 с до 30 с.
5) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые 10 с максимальна.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Протоны в однородном магнитном поле между полюсами магнита движутся по окружностям радиусом $R$ под действием силы Лоренца. После замены магнита по окружностям с тем же радиусом между полюсами стали двигаться α-частицы, обладающие такой же кинетической энергией, как и протоны. Как изменились индукция магнитного поля и скорость движения α-частиц по сравнению со скоростью протонов?

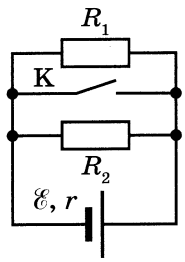
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Индукция магнитного поля | Скорость α-частиц |
|---|---|
| | |

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов физических величин, характеризующих протекание тока в этой цепи. Параметры элементов цепи указаны на рисунке.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) сила тока через резистор $R_2$ при разомкнутом ключе К
Б) полное сопротивление цепи при замкнутом ключе К

ФОРМУЛЫ

1) $r$
2) $r + R_1 + R_2$
3) $\dfrac{\mathscr{E}R_1}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}$
4) $\dfrac{\mathscr{E}R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1R_2}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** В свинцовую капсулу поместили радиоактивный йод $^{131}_{53}\mathrm{I}$. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа йода останется в капсуле через 24 дня? Период полураспада йода 8 дней.

Ответ: _____ %.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**19** Установите соответствие между видами радиоактивного распада и уравнениями, описывающими этот процесс.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ВИДЫ РАСПАДА | УРАВНЕНИЯ |
|---|---|
| А) электронный бета-распад | 1) $^{12}_{7}\mathrm{N} \to {}^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{0}_{1}\tilde{e} + \nu_e$ |
| Б) альфа-распад | 2) $^{11}_{6}\mathrm{C} \to {}^{11}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}e + \tilde{\nu}_e$ |
| | 3) $^{239}_{94}\mathrm{Pu} \to {}^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ |
| | 4) $^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \to {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

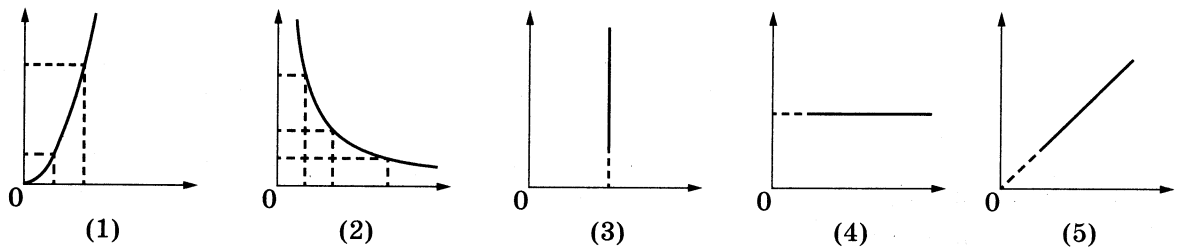
1) При прямолинейном движении вектор ускорения всегда направлен в ту же сторону, что и вектор перемещения.
2) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
3) В цепи постоянного тока на всех параллельно соединённых резисторах напряжение одинаково.
4) Электромагнитные волны видимого света имеют бóльшую длину волны, чем рентгеновское излучение.
5) Атомы изотопов одного элемента различаются числом протонов в ядре и занимают одну и ту же клеточку в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость пути, пройденного телом при равномерном движении, от времени;
Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе;
В) зависимость энергии магнитного поля катушки индуктивностью $L$ от силы тока в катушке.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

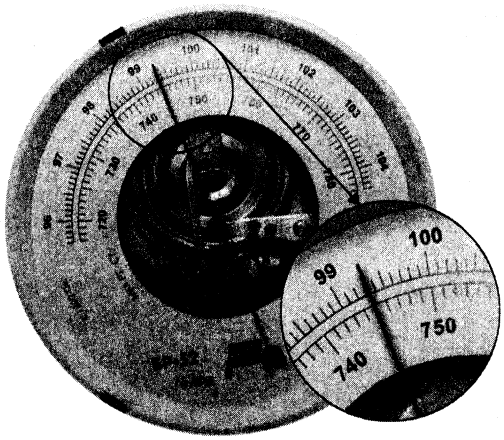
Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в килопаскалях, а нижняя шкала — в миллиметрах ртутного столба (см. рисунок). Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление в килопаскалях по результатам этих измерений?




Ответ: (_____ ± _____) кПа.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, вольтметр и реостат. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) лампа накаливания
2) конденсатор
3) соединительные провода
4) амперметр
5) секундомер

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

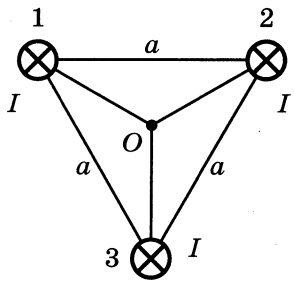
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

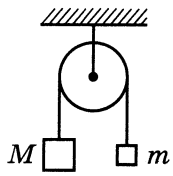
***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Три параллельных длинных прямых проводника 1, 2 и 3 перпендикулярны плоскости рисунка и пересекают её в вершинах равностороннего треугольника со стороной $a$. Токи в проводниках сонаправлены и равны $I$. Опираясь на законы электродинамики, определите направление вектора индукции результирующего магнитного поля в точке $O$ — центре треугольника. Как изменится направление вектора индукции результирующего магнитного поля в точке $O$, если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное?




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Два груза подвешены на достаточно длинной невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через идеальный блок (см. рисунок). Грузы удерживали неподвижно, а затем осторожно отпустили, после чего они начали двигаться равноускоренно. Через $t = 1$ с после начала движения скорость правого груза (массой $m = 1$ кг) была направлена вертикально вверх и равна 4 м/с. Определите силу натяжения нити. Трением пренебречь.



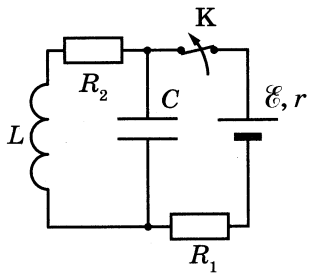

**26** При облучении фотокатода светом частотой $\nu = 8{,}0 \cdot 10^{14}$ Гц запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,60 В. Найдите работу выхода фотоэлектронов из материала катода.

**27** Шарик закреплён на конце стержня. Другой конец стержня неподвижно прикреплён к горизонтальной оси, которая равномерно вращается с периодом вращения $\tau = 0{,}2$ с. В результате шарик движется в вертикальной плоскости по окружности радиусом $l = 20$ см. Разность модулей сил, с которыми стержень действует на шарик в нижней и в верхней точках траектории, равна $\Delta T = 0{,}4$ Н. Определите силу $T_1$, с которой стержень действует на шарик в нижней точке траектории. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на шарик в верхней и нижней точках траектории.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathscr{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 8$ Ом и $R_2 = 3$ Ом, конденсатора электроёмкостью $C = 4$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 24$ мкГн. В начальном состоянии ключ К длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе $R_2$ после размыкания ключа К? Сопротивлением катушки пренебречь.




**29** Тонкая собирающая линза с оптической силой $D = 10$ дптр находится между двумя точечными источниками света на расстоянии $d$ от первого из них и на расстоянии $x = 7{,}5$ см от второго. Источники расположены на главной оптической оси. Найдите, на каком расстоянии $d$ от линзы находится первый источник, если их изображения получились в одной и той же точке.

**30** В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится ацетон ($C_3H_6O$) при температуре кипения $t = 56$ °С. В результате сообщения ацетону некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования ацетона $L = 524 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 58 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к ацетону количества теплоты превращается в работу? Объёмом жидкого ацетона и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

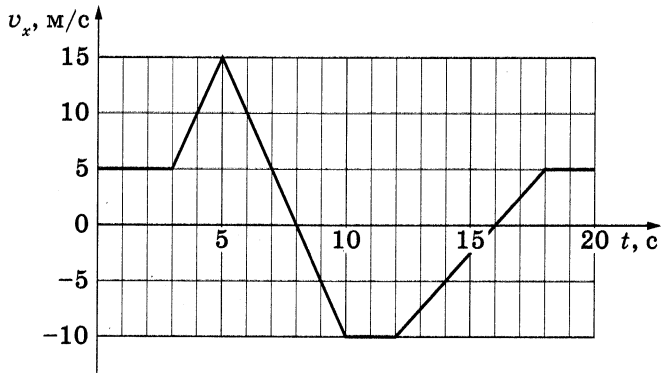
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 23

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Тело движется вдоль оси $Ox$. На рисунке приведён график зависимости проекции $v_x$ скорости тела от времени $t$.




Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 5 до 10 с.

Ответ: _____ м.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой $m$ ускорение 4 м/с$^2$. Каково ускорение тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с$^2$.

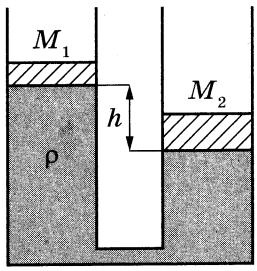
**3** Автомобиль с выключенным двигателем сняли со стояночного тормоза, и он покатился под уклон, составляющий угол 30° к горизонту. Проехав 10 м, он попадает на горизонтальный участок дороги. Чему равна скорость автомобиля в начале горизонтального участка дороги? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Два одинаковых вертикальных сообщающихся цилиндрических сосуда заполнены водой и закрыты поршнями массами $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг. Когда система находится в равновесии, правый поршень с площадью основания 100 см$^2$ расположен ниже левого на величину $h = 10$ см.




Выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1) Взаимное расположение поршней при заданных массах зависит от плотности материала, из которого они изготовлены.
2) Если на левый поршень поместить груз массой $m = 1$ кг, поршни будут находиться на одном уровне.
3) Если на правый поршень поместить груз массой $m = 1$ кг, разность уровней между левым и правым поршнями составит 15 см.
4) Если на левый поршень поместить груз массой $m = 0{,}5$ кг, разность уровней между левым и правым поршнями составит 6 см.
5) Если вместо воды в сосуды налить керосин, то в состоянии равновесия левый поршень будет выше правого на 12,5 см.

Ответ: _____.

**5** Искусственный спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую. На новой орбите центростремительное ускорение спутника больше, чем на прежней. Как изменились при этом период обращения спутника и его скорость движения по орбите вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Период обращения спутника вокруг Земли | Скорость движения спутника по орбите |
|---|---|
| | |

**6** Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени (начальная координата тела равна 0).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

А) $v_x = -2$

Б) $v_x = 5 - t$

КООРДИНАТА

1) $x = -2t$
2) $x = -2t^2$
3) $x = 5t - 0{,}5t^2$
4) $x = 5t + 2t^2$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

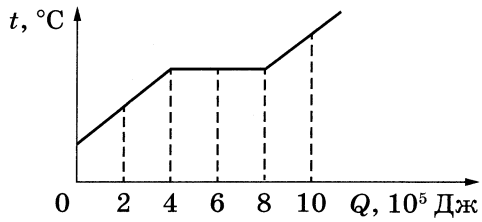
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится криптон, в другой — аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул криптона к концентрации молекул аргона.

Ответ: _____.

**8** На рисунке показан график изменения температуры вещества $t$ по мере поглощения им количества теплоты $Q$. Масса вещества равна 2 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?

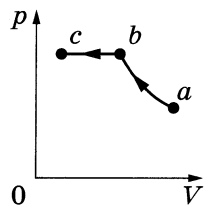



Ответ: _____ кДж/кг.

**9** У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя равна 227 °C, а температура холодильника равна −23 °C. Определите КПД теплового двигателя.

Ответ: _____ %.

**10** В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар. При постоянной температуре с паром провели процесс $a \to b \to c$, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса.




1) На участке $a \to b$ плотность пара увеличивается.
2) На участке $b \to c$ к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
3) В точке $c$ водяной пар является насыщенным.
4) На участке $b \to c$ внутренняя энергия пара уменьшается.
5) На участке $a \to b$ к пару подводится положительное количество теплоты.

Ответ: _____.

**11** Температуру нагревателя тепловой машины Карно понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| КПД тепловой машины | Работа газа за цикл |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

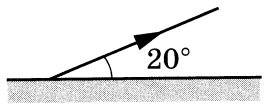
**12** В характеристиках электрической нагревательной плитки указана её мощность 1,1 кВт и напряжение 220 В, на которое рассчитана плитка. Какова сила тока, протекающего в цепи плитки в расчётном режиме?

Ответ: _____ А.

**13** Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,72 Дж. Индуктивность катушки равна 10 мГн. Какова сила тока в катушке?

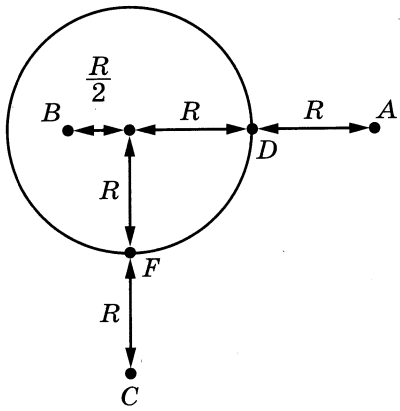
Ответ: _____ А.

**14** Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол между падающим и отражённым лучами.




Ответ: _____ градусов.

**15** На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом $R$ находится положительный заряд $Q$. Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке $A$ равна 36 В/м. Все расстояния указаны на рисунке. Выберите все верные утверждения, описывающие данную ситуацию.




1) Потенциал электростатического поля в точке $A$ выше, чем в точке $F$: $\varphi_A > \varphi_F$.
2) Потенциал электростатического поля в точках $B$ и $D$ одинаков: $\varphi_B = \varphi_D$.
3) Потенциал электростатического поля в точках $A$ и $B$ одинаков: $\varphi_A = \varphi_B$.
4) Напряжённость электростатического поля в точке $C$ $E_C = 9$ В/м.
5) Напряжённость электростатического поля в точке $B$ $E_B = 0$.

Ответ: _____.

**16** Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Его начинают удалять от линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

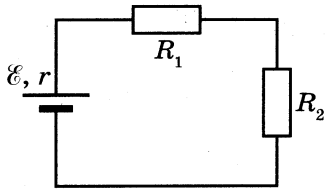
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Расстояние от линзы до изображения предмета | Размер изображения |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Два резистора с сопротивлениями $R_1$ и $R_2$ подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением $r$ (см. рисунок). Напряжение на втором резисторе равно $U_2$. Чему равны напряжение на первом резисторе и ЭДС источника?




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|---|
| А) напряжение на резисторе $R_1$ | 1) $U_2 \cdot \frac{R_1}{R_2}$ |
| Б) ЭДС источника | 2) $U_2 \cdot \frac{R_2}{R_1}$ |
| | 3) $\frac{U_2}{R_2} \cdot (R_1 + R_2 + r)$ |
| | 4) $\frac{U_2}{R_1} \cdot (R_1 + R_2 + r)$ |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}2$ с$^{-1}$. Каков период полураспада ядер?

Ответ: _____ с.

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй — только синий свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота световой волны, падающей на фотоэлемент | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

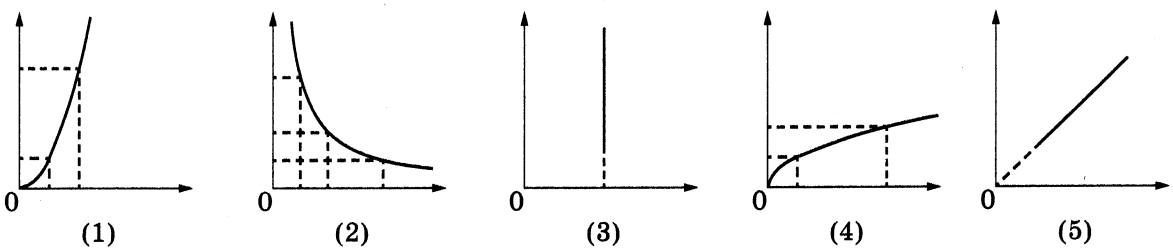
1) При любом равномерном движении тело за каждую секунду совершает одинаковые перемещения.
2) Скорость диффузии жидкостей повышается с повышением температуры.
3) Общее сопротивление системы параллельно соединённых резисторов равно сумме сопротивлений всех резисторов.
4) Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют бóльшую длину волны, чем радиоволны.
5) Атомы изотопов одного элемента различаются числом нейтронов в ядре и занимают одну и ту же клеточку в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, находящейся на расстоянии $R$ от центра вращения, от угловой скорости;
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изотермическом процессе;
В) зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в контуре, содержащем катушку индуктивностью $L$, от электроёмкости конденсатора.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

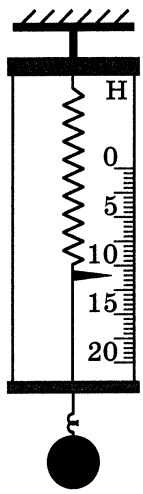



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Погрешность прямого измерения силы динамометром, на котором висит груз, равна цене деления. Каков вес груза?




Ответ: (_____ ± _____) Н.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Различные проволоки изготовлены из разного материала. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от её длины?

1)  медь

2)  алюминий

3)  медь

4)  медь

5)  сталь

Ответ:

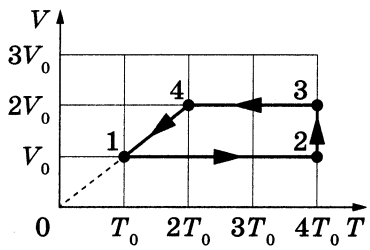
| А | Б |
|---|---|
| | |

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**
**Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

## Часть 2

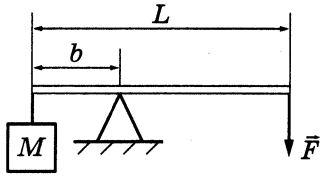
**Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**24** Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах $V$–$T$, где $V$ — объём газа, $T$ — абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 4–1. Постройте график цикла в координатах $p$–$V$, где $p$ — давление газа, $V$ — объём газа.




**Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

**25** Груз массой 120 кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу величиной 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите длину стержня.



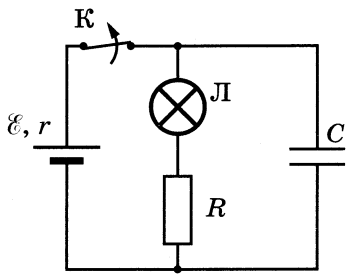

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1{,}98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света.

**27** В сосуде объёмом $V = 0{,}02$ м$^3$ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью $s$, заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя $F$ пробки о края отверстия равна 100 Н. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите значение $s$, полагая газ идеальным. Массой пробки пренебречь.

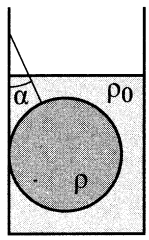
**28** К аккумулятору с ЭДС $\mathscr{E} = 60$ В и внутренним сопротивлением $r = 5$ Ом подключили лампу сопротивлением $R_Л = 10$ Ом и резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, а также конденсатор ёмкостью $C = 80$ мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на лампе?




**29** Точечный источник света движется со скоростью $\upsilon$ по окружности вокруг главной оптической оси собирающей линзы в плоскости, параллельной плоскости линзы на расстоянии $d = 15$ см от линзы. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Скорость движения изображения точечного источника света $V = 10$ м/с. Найдите скорость движения источника света.

**30** Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300$ кг/м$^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

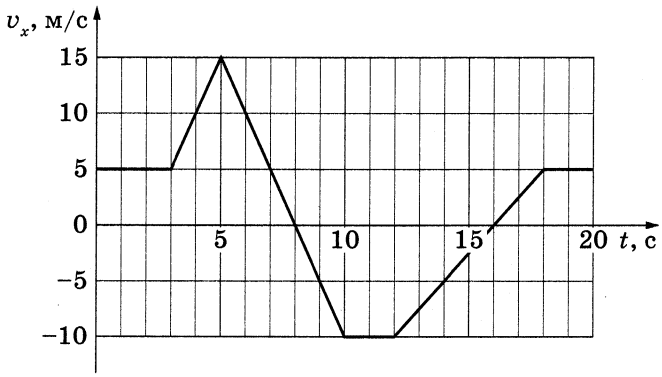
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 24

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Тело движется вдоль оси $Ox$. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела $v_x$ от времени $t$.




Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 12 до 18 с.

Ответ: _____ м.

**2** В инерциальной системе отсчёта сила $\vec{F}$ сообщает телу массой $m$ ускорение 8 м/с$^2$. Каково ускорение тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с$^2$.

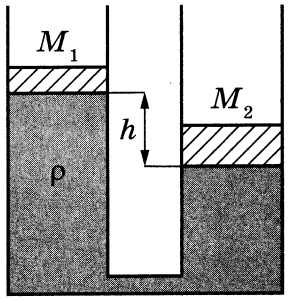
**3** Автомобиль с выключенным двигателем сняли со стояночного тормоза, и он покатился под уклон, составляющий угол 30° с горизонтом. В начале горизонтального участка дороги, который следует за спуском, его скорость составляет 10 м/с. Какое расстояние автомобиль проехал по склону? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Два одинаковых вертикальных сообщающихся цилиндрических сосуда заполнены водой и закрыты поршнями массами $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг. Когда система находится в равновесии, правый поршень с площадью основания 100 см$^2$ расположен ниже левого на величину $h = 10$ см.




Выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1) Величина $h$ при заданных массах поршней зависит от плотности материала, из которого они изготовлены.
2) Если на левый поршень поместить груз массой $m = 2$ кг, поршни будут находиться на одном уровне.
3) Если на левый поршень поместить груз массой $m = 0{,}5$ кг, разность уровней между левым и правым поршнями составит 5 см.
4) Если массу первого поршня увеличить на 1 кг, то он сдвинется на 5 см вниз.
5) Если вместо воды в сосуды налить керосин, то в состоянии равновесия правый поршень будет выше левого.

Ответ: _____.

**5** Искусственный спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую. На новой орбите центростремительное ускорение спутника меньше, чем на прежней. Как изменились при этом потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и его период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Потенциальная энергия | Период обращения спутника вокруг Земли |
|---|---|
| | |

**6** Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения (все величины выражены в СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

А) $v_x = 3 - 2t$
Б) $v_x = 5 + 4t$

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

1) $s_x = 5t + 2t^2$
2) $s_x = 5t + 4t^2$
3) $s_x = 3t - 2t^2$
4) $s_x = 3t - t^2$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

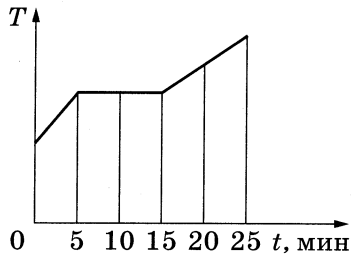
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится неон, в другой — гелий. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул неона к концентрации молекул гелия.

Ответ: _____.

**8** В котелок насыпали кусочки олова и поставили на электрическую плитку. В минуту плитка передаёт олову в среднем количество теплоты, равное 500 Дж. График изменения температуры олова с течением времени показан на рисунке. Какое количество теплоты потребовалось для плавления олова, доведённого до температуры плавления?

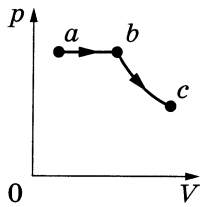



Ответ: _____ Дж.

**9** У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя равна 327 °C, а температура холодильника равна 27 °C. Определите КПД теплового двигателя.

Ответ: _____ %.

**10** В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капелька воды. С веществом в сосуде при постоянной температуре провели процесс $a \to b \to c$, $pV$-диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно этого процесса.




1) На участке $b \to c$ масса пара уменьшается.
2) На участке $a \to b$ к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
3) В точке $a$ водяной пар является насыщенным.
4) На участке $a \to b$ внутренняя энергия капельки увеличивается.
5) На участке $b \to c$ внутренняя энергия пара остаётся неизменной.

Ответ: _____.

**11** Температуру нагревателя тепловой машины Карно повысили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| КПД тепловой машины | Работа газа за цикл |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

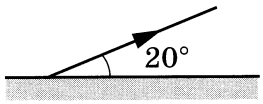
**12** На плавком предохранителе счётчика электроэнергии указано: «15 А, 380 В». Какова максимальная суммарная мощность электрических приборов, которые можно одновременно включать в сеть, чтобы предохранитель не расплавился?

Ответ: _____ Вт.

**13** Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Сила тока в катушке 2 А. Какова индуктивность катушки?

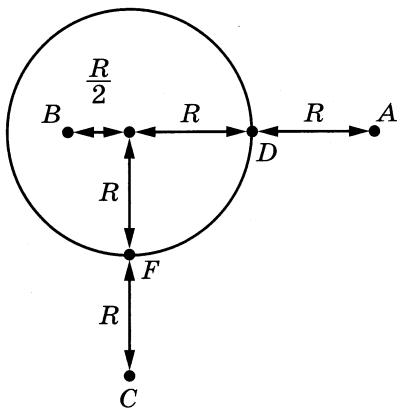
Ответ: _____ Гн.

**14** Угол между зеркалом и отражённым от него лучом равен 20° (см. рисунок). Определите угол падения.




Ответ: _____ градусов.

**15** На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом $R$ находится положительный заряд $Q$. Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке $A$ равна 36 В/м. Все расстояния указаны на рисунке.




Выберите все верные утверждения, описывающие данную ситуацию.

1) Потенциал электростатического поля в точке $C$ выше, чем в точке $D$: $\varphi_C > \varphi_D$.
2) Напряжённость электростатического поля в точке $C$ $E_C$ = 36 В/м.
3) Напряжённость электростатического поля в точке $B$ $E_B$ = 576 В/м.
4) Потенциал электростатического поля в точках $B$ и $C$ одинаков: $\varphi_B = \varphi_C$.
5) Потенциал электростатического поля в точках $F$ и $D$ одинаков: $\varphi_F = \varphi_D$.

Ответ: _____.

**16** Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от неё. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения предмета и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

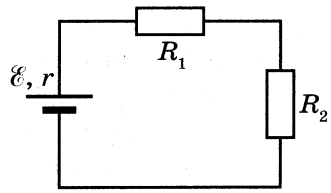
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Расстояние от линзы до изображения предмета | Оптическая сила линзы |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Два резистора с сопротивлениями $R_1$ и $R_2$ подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением $r$ (см. рисунок). Напряжение на первом резисторе равно $U_1$. Чему равны напряжение на втором резисторе и сила тока в цепи?




Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) напряжение на резисторе $R_2$
Б) сила тока в цепи

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{U_1}{R_1}$
2) $U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1}$
3) $\frac{U_1}{R_2} \cdot (R_1 + R_2 + r)$
4) $U_1 \cdot \frac{R_1}{R_2}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}04$ с$^{-1}$. Каков период полураспада ядер?

Ответ: _____ с.

**19** При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только жёлтый свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются длина падающей световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Длина световой волны, падающей на фотоэлемент | Модуль запирающего напряжения |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

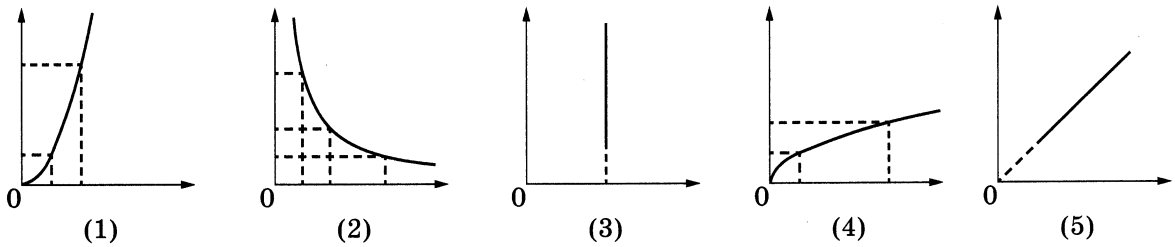
1) Скорость тела относительно неподвижной системы отсчёта равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчёта и скорости подвижной системы относительно неподвижной.
2) Пар над поверхностью жидкости является насыщенным, если за одно и то же время с поверхности жидкости в среднем вылетает меньшее число молекул, чем число молекул, возвращающихся обратно в жидкость.
3) Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, движущиеся параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.
4) Инфракрасное, ультрафиолетовое и видимое излучения — излучения электромагнитной природы, различающиеся скоростью распространения в вакууме.
5) Масса покоя ядра всегда больше массы покоя слагающих его протонов и нейтронов.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость центростремительного ускорения точки, находящейся на расстоянии $R$ от центра вращения, от линейной скорости точки;
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изохорном процессе;
В) зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в контуре, содержащем конденсатор электроёмкостью $C$, от индуктивности катушки.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

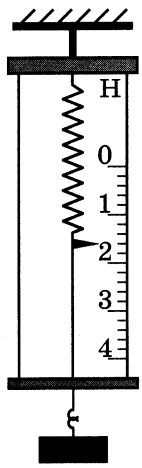



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Погрешность прямого измерения силы динамометром, на котором висит груз, равна цене деления. Каков вес груза?




Ответ: (_____ ± _____) Н.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

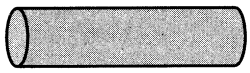
**23** Различные проволоки изготовлены из разного материала. Какие две проволоки нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от площади её поперечного сечения?

1)  медь

2)  алюминий

3)  медь

4)  медь

5)  сталь

Ответ:

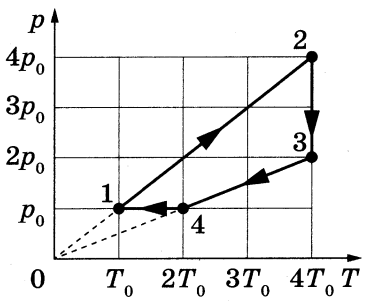
| А | Б |
|---|---|
| | |

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Один моль гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах $p$–$T$, где $p$ — давление газа, $T$ — абсолютная температура. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, сравните работу газа в процессе 2–3 и модуль работы внешних сил в процессе 4–1. Постройте график цикла в координатах $p$–$V$, где $p$ — давление газа, $V$ — объём газа.

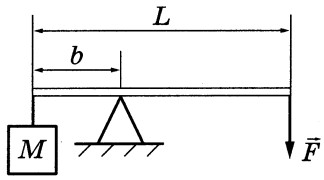



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

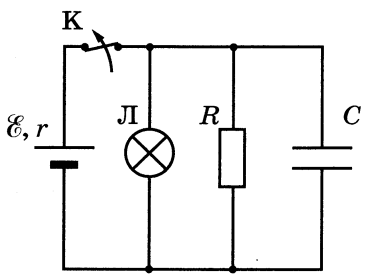
**25** Груз массой $M$ удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу величиной 300 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг и длиной 4 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Определите массу груза.




**26** Сколько фотонов падает на сетчатку глаза человека за 3 с, если мощность поглощённого сетчаткой света равна $13{,}2 \cdot 10^{-17}$ Вт, а длина волны света составляет 480 нм?

**27** В сосуде объёмом $V = 0{,}02$ м$^3$ с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью $s = 2 \cdot 10^{-4}$ м$^2$, заткнутое пробкой. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж. Определите максимальную силу трения покоя $F$ пробки о края отверстия, полагая газ идеальным. Массой пробки пренебречь.

**28** К аккумулятору с ЭДС $\mathscr{E} = 50$ В и внутренним сопротивлением $r = 4$ Ом подключили лампу сопротивлением $R_Л = 10$ Ом и резистор сопротивлением $R = 15$ Ом, а также конденсатор ёмкостью $C = 100$ мкФ (см. рисунок). Спустя длительный промежуток времени ключ К размыкают. Какое количество теплоты выделится после этого на резисторе?

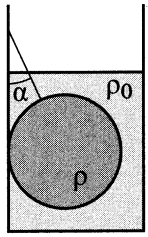



**29** Точечный источник света движется со скоростью $v = 5$ м/с по окружности вокруг главной оптической оси тонкой собирающей линзы в плоскости, параллельной плоскости линзы, на расстоянии $d = 15$ см от линзы. Скорость движения действительного изображения точечного источника света $V = 10$ м/с. Найдите фокусное расстояние линзы $F$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** Свинцовый шар подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$. Модуль силы, с которой нить действует на шар, $T = 30$ Н. Плотность свинца $\rho = 11\,300$ кг/м$^3$. Чему равна масса шара? Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

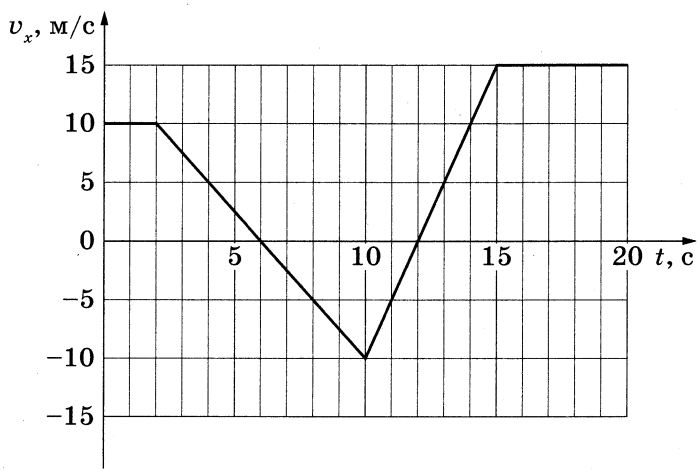
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 25

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела $v_x$ от времени.




Определите проекцию ускорения этого тела $a_x$ в интервале времени от 6 с до 10 с.

Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** Два одинаковых маленьких шарика массой $m$ каждый, расстояние между центрами которых равно $r$, притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю 0,8 пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $m/2$, а расстояние между их центрами $2r$?

Ответ: _____ пН.

**3** В ведро глубиной 30 см налит керосин, уровень которого ниже края ведра на 2 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление керосина на плоское дно ведра?

Ответ: _____ Па.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси $Ox$, в различные моменты времени.

| $t$, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, мм | 0 | 5 | 9 | 12 | 14 | 15 | 14 | 12 | 9 | 5 | 0 | −5 | −9 | −12 | −14 | −15 | −14 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о характере движения тела.

1) Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с максимальна.
2) Период колебаний шарика равен 4,0 с.
3) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
4) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с максимальна.
5) Потенциальная энергия пружины в момент времени 2,0 с минимальна.

Ответ: _____.

**5** В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом линейная скорость бруска и сила трения между бруском и опорой?

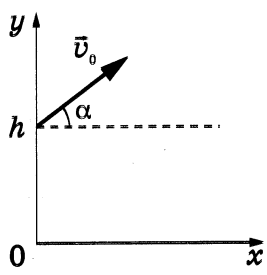
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Линейная скорость бруска | Сила трения между бруском и опорой |
|---|---|
| | |

**6** В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом $\alpha$ к горизонту с балкона высотой $h$ (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



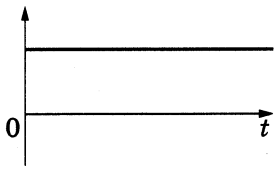

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

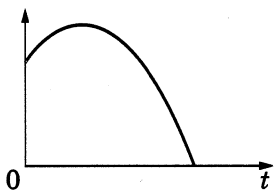
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) потенциальная энергия мячика
2) проекция импульса мячика на ось $y$
3) кинетическая энергия мячика
4) проекция импульса мячика на ось $x$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

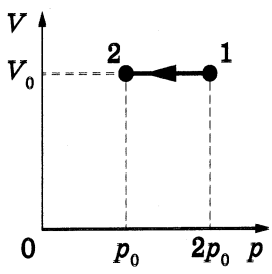
**7** В ходе эксперимента давление разреженного газа в сосуде увеличилось в 4 раза, а средняя энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз увеличилась при этом концентрация молекул газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

**8** В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 60 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

**9** На $Vp$-диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы аргона. Газ в этом процессе отдал количество теплоты, равное 80 кДж.




На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: на _____ кДж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях.

| № состояния | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $p$, кПа | 100 | 90 | 75 | 50 | 55 | 75 | 100 |
| $t$, °C | 27 | 27 | 27 | 27 | 57 | 177 | 327 |

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам этих опытов. Газ считать идеальным.

1) Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 3 раза больше, чем в состоянии 5.
2) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса газ совершил положительную работу.
3) В состояниях 1–3 объём газа был одинаковым.
4) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ получил положительное количество теплоты.
5) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1.

Ответ: _____.

**11** В герметичном сосуде под подвижным поршнем находится идеальный газ. Как изменятся концентрация и количество вещества газа в сосуде, если уменьшить его объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

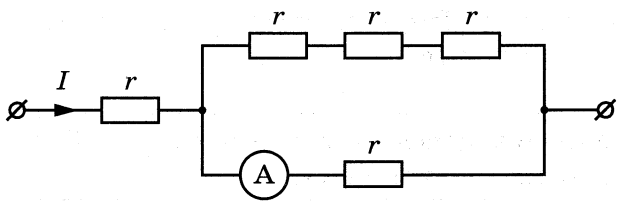
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Концентрация молекул газа | Количество вещества газа |
|---|---|
| | |

**12** Во сколько раз уменьшится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +4$ нКл и $q_2 = -2$ нКл, если шарики привести в соприкосновение, а затем раздвинуть их на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

**13** По участку цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I$ = 8 А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

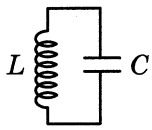



Ответ: _____ А.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

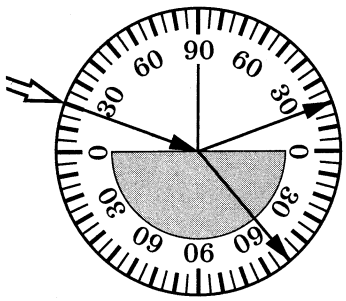
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 20$ В, $\omega = 5\pi \cdot 10^6$ с$^{-1}$. Определите частоту колебаний силы тока в контуре.




Ответ: _____ МГц.

**15** Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.




Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка все верные утверждения.

| угол α | 20° | 40° | 50° | 70° |
|---|---|---|---|---|
| sinα | 0,34 | 0,64 | 0,78 | 0,94 |

1) Наблюдается полное внутреннее отражение.
2) Показатель преломления стекла примерно равен 1,47.
3) Угол падения равен 20°.
4) Угол отражения равен 70°.
5) Угол преломления равен 50°.

Ответ: _____.

**16** Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора тепловая мощность, выделяющаяся на внутреннем сопротивлении источника, и электродвижущая сила источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

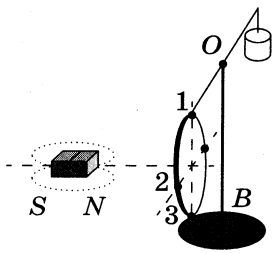
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Мощность, выделяющаяся на внутреннем сопротивлении источника | Электродвижущая сила источника |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси $OB$ под действием движущегося магнита (см. рисунок).




Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце (1 — верхняя точка кольца; 2 — ближняя к нам точка кольца; 3 — нижняя точка кольца).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАГНИТА

А) движется по направлению к кольцу
Б) движется по направлению от кольца

ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ

1) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита; ток идёт по направлению 3→2→1.
2) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту; ток идёт по направлению от 1→2→3.
3) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту; ток идёт по направлению от 3→2→1.
4) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита; ток идёт по направлению от 1→2→3.

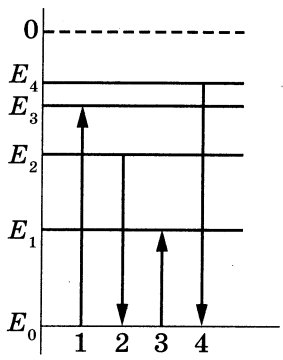
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Образец радиоактивного радия $^{224}_{88}Ra$ находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α-распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите число моль **гелия** в сосуде через 7,2 суток, если образец в момент его помещения в сосуд имел в своём составе $2{,}4 \cdot 10^{23}$ атомов радия-224, а атомов гелия в сосуде не было.

Ответ: _____ моль.

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей длины волны, а какой — с излучением света наибольшей частоты?




Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) поглощение света наименьшей длины волны | 1) 1<br>2) 2<br>3) 3<br>4) 4 |
| Б) излучение света наибольшей частоты | |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

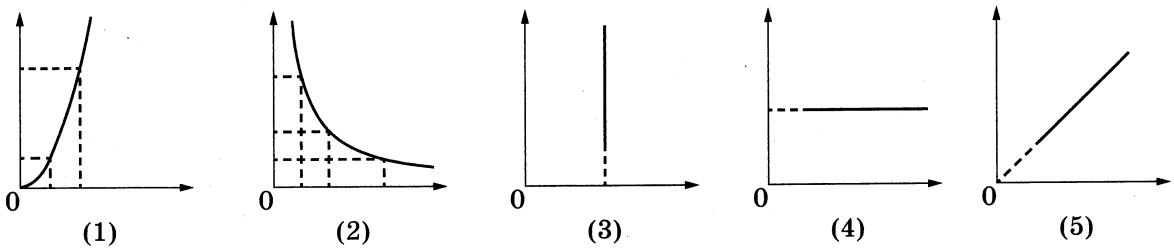
1) При прямолинейном равномерном движении тело за любые равные промежутки времени совершает одинаковые перемещения.
2) Изобарным называется процесс, происходящий с газом при неизменной температуре.
3) Свободными зарядами в проводящей среде могут быть положительно и отрицательно заряженные ионы, а также электроны.
4) В однородной прозрачной среде свет распространяется прямолинейно.
5) Работа выхода электронов с поверхности металла в процессе фотоэффекта одинакова для всех металлов.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость потенциальной энергии упруго деформированной пружины жёсткостью $k$ от удлинения пружины;
Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изохорном процессе;
В) зависимость модуля магнитного потока через катушку индуктивностью $L$ от силы тока через катушку.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** В журнале 50 листов. По результатам измерения с помощью линейки толщина журнала составляет 0,9 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна 1 мм?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Школьник изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеется пять колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний силы тока в контуре от электроёмкости конденсатора?

| № контура | Максимальная сила тока в катушке, А | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,09 | 1 | 5 |
| 2 | 0,06 | 2 | 10 |
| 3 | 0,12 | 2 | 15 |
| 4 | 0,06 | 1 | 10 |
| 5 | 0,09 | 1 | 15 |

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

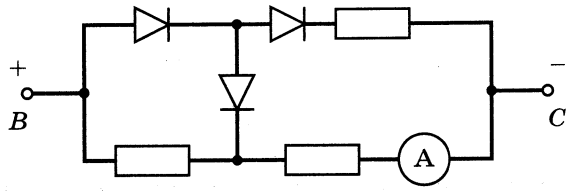
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

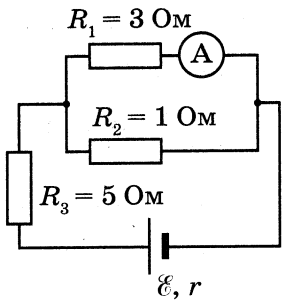
**24** Три одинаковых резистора и три одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках $B$ и $C$. Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Начальная скорость движения тела равна 5 м/с. Сколько потребуется времени, чтобы увеличить его скорость в 3 раза при равноускоренном движении по прямой в одном направлении на пути в 20 м?

**26** В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.

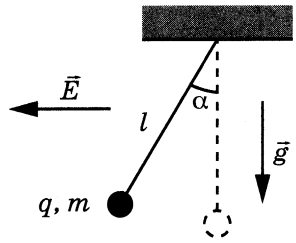



**27** Со дна озера, имеющего глубину $H = 25$ м, медленно поднимается пузырёк воздуха. Определите объём пузырька $V_1$ у дна озера, если на расстоянии $h = 5$ м от поверхности воды пузырёк имел объём $V_2 = 7$ мм$^3$. Давление воздуха на уровне поверхности воды равно нормальному атмосферному давлению. Силу поверхностного натяжения не учитывать, температуры воды в озере и воздуха в пузырьке считать постоянными.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

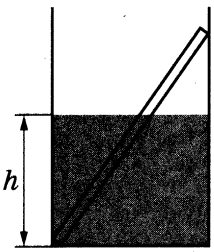
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** Маленький шарик массой $m$ с зарядом $q = 5$ нКл, подвешенный к потолку на лёгкой шёлковой нитке длиной $l = 0{,}8$ м, находится в горизонтальном однородном электростатическом поле $\vec{E}$ с модулем напряжённости поля $E = 6 \cdot 10^5$ В/м (см. рисунок). Шарик отпускают с нулевой начальной скоростью из положения, в котором нить вертикальна. В момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$, модуль скорости шарика $v = 0{,}9$ м/с. Чему равна масса шарика $m$? Сопротивлением воздуха пренебречь.




**29** Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α-распад. При этом рождаются α-частица и тяжёлый ион нового элемента. Масса α-частицы равна $m_\alpha$, её заряд равен $2e$, масса тяжёлого иона равна $M$. Выделившаяся при α-распаде энергия $\Delta E$ целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α-частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиуса $r$. Определите индукцию магнитного поля.

**30** В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную тонкую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты $h = 4$ см жидкость, плотность которой составляет 0,75 плотности материала палочки. Найдите модуль силы $\vec{F}$, с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

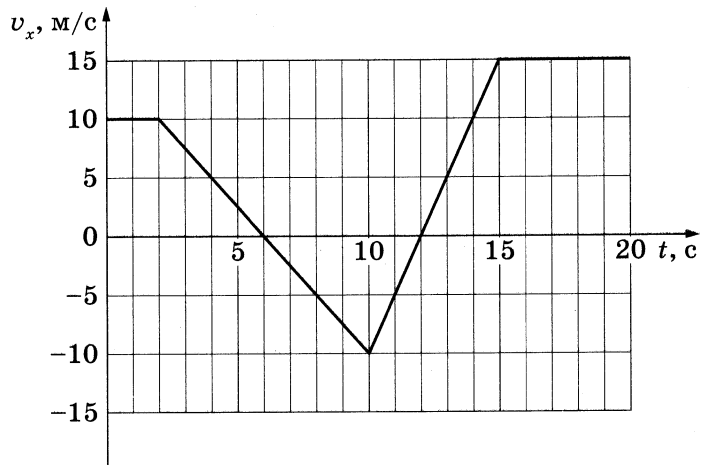
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 26

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела $\upsilon_x$ от времени.




Определите проекцию ускорения этого тела $a_x$ в интервале времени от 10 с до 12 с.

Ответ: _____ м/с$^2$.

**2** Два одинаковых маленьких шарика массой $m$ каждый, расстояние между центрами которых равно $r$, притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю 0,6 пН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $3m$, а расстояние между их центрами $3r$?

Ответ: _____ пН.

**3** В бидон глубиной 40 см налито подсолнечное масло, уровень которого ниже края бидона на 5 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление масла на плоское дно бидона?

Ответ: _____ Па.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси $Ox$, в различные моменты времени.

| $t$, с | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $x$, мм | 0 | 5 | 9 | 12 | 14 | 15 | 14 | 12 | 9 | 5 | 0 | −5 | −9 | −12 | −14 | −15 | −14 |

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о характере движения тела.

1) Кинетическая энергия шарика в момент времени 1,0 с минимальна.
2) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
3) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
4) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в процессе колебаний остаётся неизменной.
5) Потенциальная энергия пружины в момент времени 2,0 с максимальна.

Ответ: _____.

**5** В школьном опыте брусок, помещённый на горизонтальный диск, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска уменьшили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом центростремительное ускорение бруска и сила нормального давления бруска на опору?

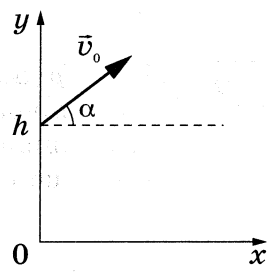
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Центростремительное ускорение бруска | Сила нормального давления бруска на опору |
|---|---|
| | |

**6** В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{v}_0$ под углом $\alpha$ к горизонту с балкона высотой $h$ (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени $t$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



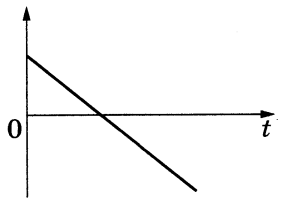

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

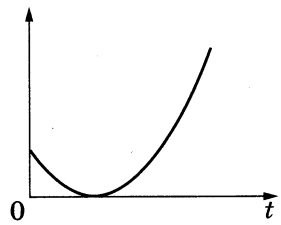
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) потенциальная энергия мячика
2) проекция импульса мячика на ось $y$
3) кинетическая энергия мячика
4) проекция импульса мячика на ось $x$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

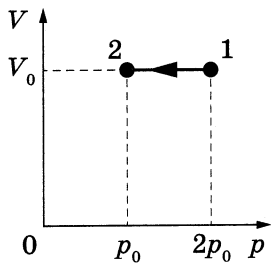
**7** В ходе эксперимента давление разреженного газа в сосуде снизилось в 6 раз, а концентрация молекул газа в сосуде увеличилась в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя энергия теплового движения его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

**8** В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 60 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, увеличить объём пара в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

**9** На $Vp$-диаграмме показан процесс изменения состояния постоянной массы гелия. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 50 кДж. Какую работу совершают над газом внешние силы в этом процессе?




Ответ: _____ кДж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях.

| № состояния | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $p$, кПа | 100 | 90 | 75 | 50 | 55 | 75 | 100 |
| $t$, °C | 27 | 27 | 27 | 27 | 57 | 177 | 327 |

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам этих опытов. Газ считать идеальным.

1) Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 1,5 раза больше, чем в состоянии 2.
2) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса внешние силы совершили над газом положительную работу.
3) В состояниях 1–3 объём газа был одинаковым.
4) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ отдал положительное количество теплоты.
5) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза больше объёма газа в состоянии 1.

Ответ: _____.

**11** В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Как изменятся плотность газа и концентрация молекул газа в сосуде, если половину газа выпустить из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

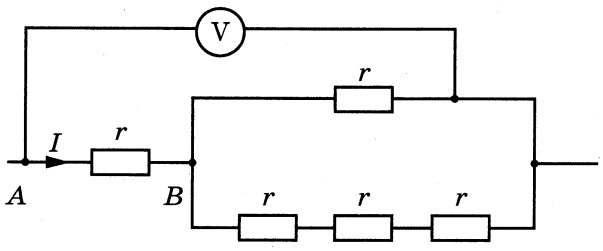
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Плотность газа | Концентрация молекул газа |
|---|---|
| | |

**12** Во сколько раз увеличится модуль сил взаимодействия двух небольших металлических шариков одинакового диаметра, имеющих заряды $q_1 = +2$ нКл и $q_2 = +4$ нКл, если шарики привести в соприкосновение, а затем раздвинуть их на прежнее расстояние?

Ответ: в _____ раз(а).

**13** Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку $AB$ идёт ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

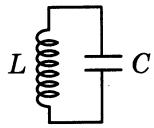



Ответ: _____ В.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

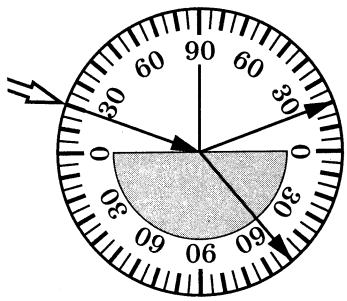
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 20$ В, $\omega = 5\pi \cdot 10^6$ с$^{-1}$. Определите период колебаний силы тока в контуре.




Ответ: _____ мкс.

**15** Школьник, изучая законы геометрической оптики, провёл опыт по преломлению света (см. рисунок). Для этого он направил узкий пучок света на стеклянную пластину.




Пользуясь приведённой таблицей, выберите из приведённого ниже списка все верные утверждения.

| угол α | 20° | 40° | 50° | 70° |
|---|---|---|---|---|
| sinα | 0,34 | 0,64 | 0,78 | 0,94 |

1) При любых углах падения угол преломления не превзойдет 45°.
2) Показатель преломления стекла примерно равен 1,88.
3) Угол падения равен 20°.
4) Угол отражения равен 20°.
5) Угол преломления равен 40°.

Ответ: _____.

**16** Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам резистора. Как изменятся при увеличении сопротивления резистора сила тока в цепи и внутреннее сопротивление источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

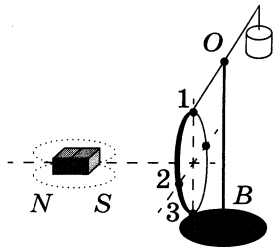
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Внутреннее сопротивление источника |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси $OB$ под действием движущегося магнита (см. рисунок).




Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце (1 — верхняя точка кольца; 2 — ближняя к нам точка кольца; 3 — нижняя точка кольца).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАГНИТА

А) движется по направлению к кольцу
Б) движется по направлению от кольца

ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ

1) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита; ток идёт по направлению 3→2→1.
2) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту; ток идёт по направлению от 1→2→3.
3) Коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту; ток идёт по направлению от 3→2→1.
4) Коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита; ток идёт по направлению от 1→2→3.

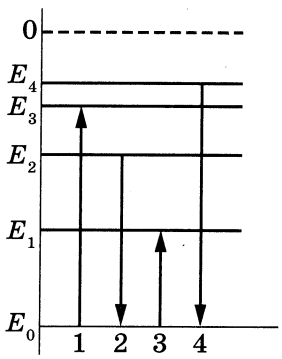
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Образец радиоактивного радия $^{224}_{88}\mathrm{Ra}$ находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α-распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите число моль радия-224 в сосуде через 7,2 суток, если образец в момент его помещения в сосуд имел в своём составе $2{,}4 \cdot 10^{23}$ атомов.

Ответ: _____ моль.

**19** На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наименьшей частоты, а какой — с излучением света наибольшей длины волны?




Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ПРОЦЕССЫ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ |
|---|---|
| А) поглощение света наименьшей частоты | 1) 1 |
| Б) излучение света наибольшей длины волны | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

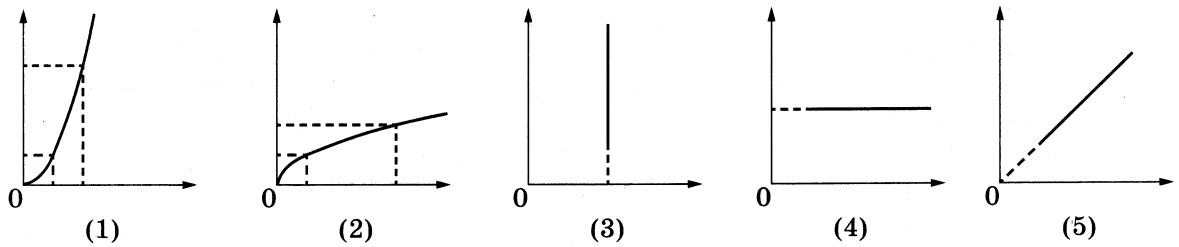
1) Сила Архимеда, действующая на тело, полностью погружённое в жидкость, прямо пропорциональна плотности тела.
2) С ростом температуры давление насыщенных паров воды возрастает прямо пропорционально их абсолютной температуре.
3) В процессе электризации трением два тела приобретают разноимённые по знаку, но одинаковые по модулю заряды.
4) Гармонические колебания электрического заряда в металлических проводниках могут являться источником электромагнитных волн радиодиапазона.
5) Работа выхода электронов с поверхности металла в процессе фотоэффекта различна для разных металлов.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость времени свободного падения тела на землю из состояния покоя от начальной высоты над землёй;
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изохорном процессе;
В) зависимость количества теплоты, выделяющегося на резисторе сопротивлением $R$ за время $t$, от силы тока, протекающего по резистору.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.




(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**22** В книге 200 листов. По результатам измерения с помощью линейки толщина книги составляет 3 см. Чему равна толщина одного листа по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ±1 мм?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

**23** Школьник изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеется пять колебательных контуров с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний заряда конденсатора в контуре от индуктивности катушки?

| № контура | Максимальное напряжение на конденсаторе, В | Электроёмкость конденсатора $C$, мкФ | Индуктивность катушки $L$, мГн |
|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 1 | 5 |
| 2 | 6 | 2 | 10 |
| 3 | 12 | 2 | 15 |
| 4 | 6 | 1 | 10 |
| 5 | 9 | 1 | 15 |

Запишите в ответе номера выбранных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

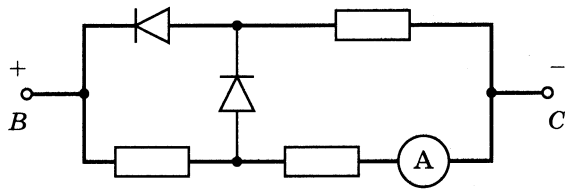
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

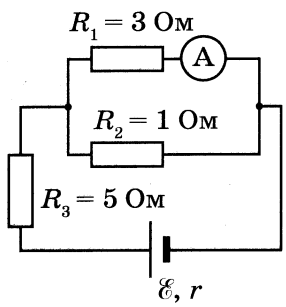
**24** Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках $B$ и $C$. Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.




***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Начальная скорость движения тела равна 4 м/с. На сколько метров переместилось тело за 3 с равноускоренного движения по прямой в одном направлении, если за это время его скорость увеличилась в 4 раза?

**26** В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе $R_3$.

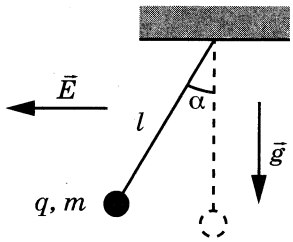



**27** Со дна озера, имеющего глубину $H = 20$ м, медленно поднимается пузырёк воздуха. У дна озера пузырёк имел объём $V_1 = 1$ мм$^3$. Определите объём пузырька $V_2$ на расстоянии $h = 1$ м от поверхности воды. Давление воздуха на уровне поверхности воды равно нормальному атмосферному давлению. Силу поверхностного натяжения не учитывать, температуры воды в озере и воздуха в пузырьке считать постоянными.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

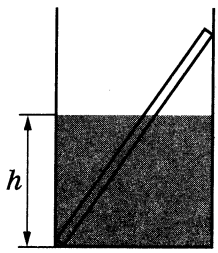
**28** Маленький шарик массой $m = 0{,}5$ г с положительным зарядом $q$, подвешенный к потолку на лёгкой шёлковой нитке длиной $l = 0{,}8$ м, находится в горизонтальном однородном электростатическом поле $\vec{E}$ с модулем напряжённости поля $E = 6 \cdot 10^5$ В/м (см. рисунок). Шарик отпускают с нулевой начальной скоростью из положения, в котором нить вертикальна. В момент, когда нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30°$, модуль скорости шарика $v = 0{,}9$ м/с. Чему равен заряд шарика $q$? Сопротивлением воздуха пренебречь.




**29** Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$, испытывает α-распад. При этом рождаются α-частица и тяжёлый ион нового элемента. Масса α-частицы равна $m_\alpha$, её заряд равен $2e$, масса тяжёлого иона равна $M$. Выделившаяся при α-распаде энергия $\Delta E$ целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α-частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности. Найдите радиус этой окружности.

**30** В гладкий высокий стакан радиусом 4 см поставили однородную алюминиевую палочку длиной 10 см и массой 0,9 г, после чего в стакан налили до высоты $h = 4$ см воду. Найдите модуль силы $\vec{F}$, с которой верхний конец палочки давит на стенку стакана. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на палочку.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.




***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

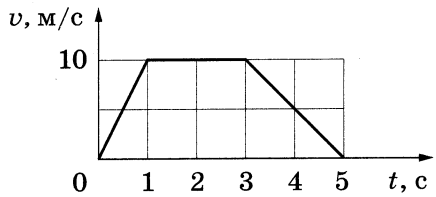
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 27

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости модуля скорости $\upsilon$ тела от времени $t$. Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 1 до 5 с после начала движения.

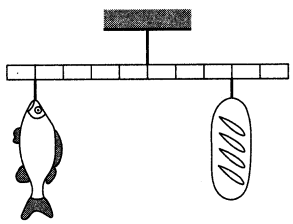



Ответ: _____ м.

**2** Сила гравитационного притяжения между двумя шарами, находящимися на расстоянии 4 м друг от друга, равна 16 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние уменьшить до 2 м?

Ответ: _____ нН.

**3** Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах из лёгкой удочки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,4 кг. Определите массу рыбы.

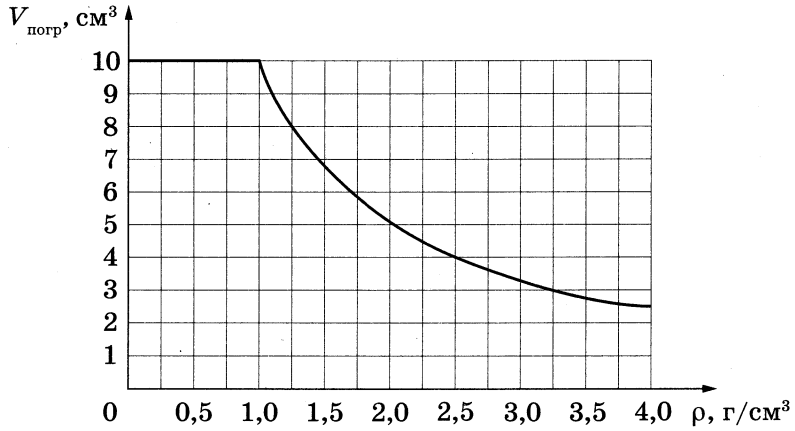


Ответ: _____ кг.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Ученик помещал цилиндр объёмом $V = 10$ см$^3$, не удерживая его, в различные жидкости, плотности которых представлены в таблице, и измерял объём погружённой в жидкость части цилиндра $V_{погр}$. По результатам измерений была получена зависимость объёма погружённой части цилиндра $V_{погр}$ от плотности жидкости ρ (см. рисунок).




| Жидкость | Бензин | Спирт | Вода | Глицерин | Хлороформ | Бромоформ | Дийодметан |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ, г/см$^3$ | 0,71 | 0,79 | 1,0 | 1,26 | 1,49 | 2,89 | 3,25 |

Выберите все верные утверждения, согласующиеся с данными, представленными на рисунке и в таблице.

1) В бензине и спирте сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова.
2) Цилиндр тонет в глицерине.
3) На цилиндр, плавающий в бромоформе, действует выталкивающая сила 0,1 Н.
4) Цилиндр плавает во всех жидкостях, указанных в таблице.
5) При плавании цилиндра в хлороформе и дийодметане сила Архимеда, действующая на него, одинакова.

Ответ: _____.

**5** Подвешенный на пружине груз совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Массу груза уменьшили, оставив жёсткость пружины и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменились частота колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

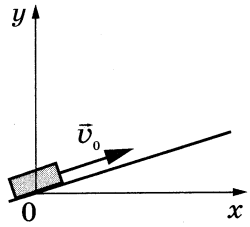
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота колебаний груза | Максимальная скорость груза |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**6** После удара в момент $t = 0$ шайба начинает скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке, и в момент $t = t_0$ возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

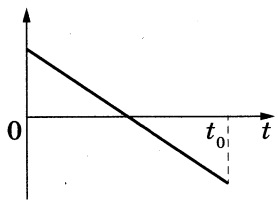



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

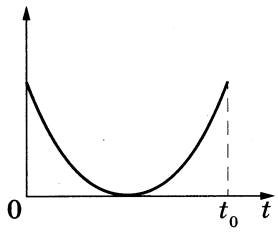
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция ускорения $a_x$
3) координата $x$
4) проекция скорости $v_y$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул аргона увеличилась в 2 раза. Конечная температура газа равна 600 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

**8** Температура чугунной детали снизилась с 120 °С до 40 °С. Масса детали равна 200 г. Какое количество теплоты отдала деталь при остывании?

Ответ: _____ Дж.

**9** Рабочее тело тепловой машины с КПД 20 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты за цикл рабочее тело получает от нагревателя?

Ответ: _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** В сосуде под поршнем при комнатной температуре долгое время находятся вода и водяной пар. Масса воды равна массе пара. Объём сосуда медленно изотермически увеличивают в 3 раза.

Выберите все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1) Плотность пара в начале и конце опыта одинакова.
2) Давление пара сначала было постоянным, а затем стало уменьшаться.
3) Концентрация пара в сосуде в начале опыта меньше, чем в конце опыта.
4) В конечном состоянии давление пара в сосуде в 3 раза меньше первоначального.
5) Масса пара в сосуде увеличивается в 2 раза.

Ответ: _____.

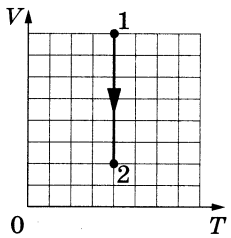
**11** На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, каждый из которых совершает 1 моль разреженного гелия. Графики построены в координатах $V$–$T$ и $p$–$T$, где $p$ — давление, $V$ — объём и $T$ — абсолютная температура газа.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

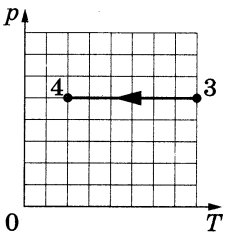
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




УТВЕРЖДЕНИЯ

1) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
2) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия уменьшается.
3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает положительную работу.
4) Над газом совершают положительную работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** Расстояние между двумя точечными зарядами увеличили в 2 раза, и каждый из зарядов уменьшили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил взаимодействия между ними?

Ответ: в _____ раз(а).

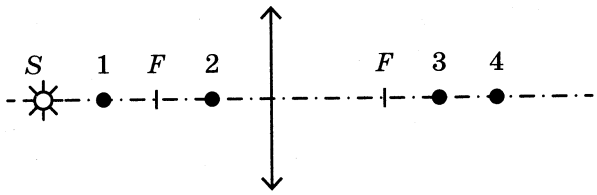
**13** Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 20 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 5 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 20 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Какая из точек 1–4 является изображением точки $S$ (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$?




Ответ: точка _____.

**15** По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на резистор, перемещают лёгкий тонкий проводник. Рельсы, резистор и проводник образуют контур, который находится в вертикальном однородном магнитном поле, как показано на рис. *а*. При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на рис. *б*.

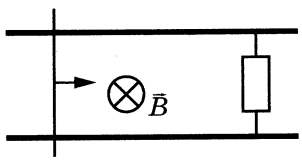



Рис. *а*

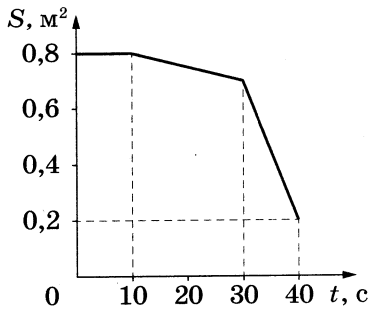



Рис. *б*

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют приведённым данным и описанию опыта.

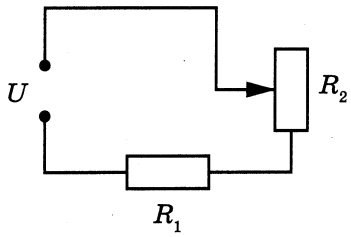
1) Поскольку рельсы гладкие, для перемещения проводника в любой момент времени силу прикладывать не надо.
2) Максимальная ЭДС в контуре наблюдается в интервале от 30 до 40 с.
3) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, максимальна в интервале времени от 30 до 40 с.
4) В течение первых 10 с ток через резистор не протекает.
5) В интервале времени от 0 до 25 с через резистор всё время течёт ток.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Резистор $R_1$ и реостат $R_2$ подключены последовательно к источнику напряжения $U$ (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1$, если ползунок реостата переместить до конца вниз? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом прежним.



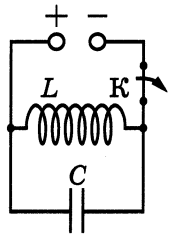

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1$ |
|---|---|
| | |

**17** Катушка идеального колебательного контура длительное время подключена к источнику постоянного напряжения, поэтому конденсатор не заряжен (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих возникшие после этого электромагнитные колебания в контуре ($T$ — период колебаний).

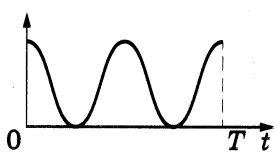



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

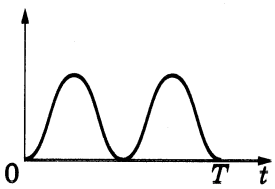
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в катушке
2) энергия магнитного поля катушки
3) энергия электрического поля конденсатора
4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** Какая доля от исходного большого количества радиоактивных ядер остаётся через интервал времени, равный трём периодам полураспада?

Ответ: _____%.

**19** На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид, рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй — пропускающий только зелёный свет.

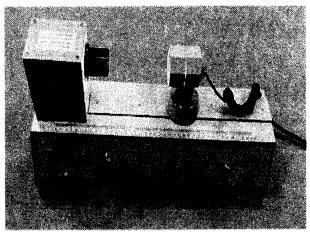


Рис. *а*

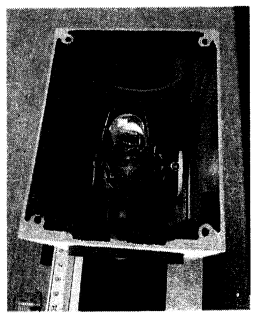


Рис. *б*

Как изменяются модуль запирающего напряжения и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль запирающего напряжения | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Давление столба жидкости прямо пропорционально её плотности.
2) С ростом температуры давление насыщенных паров воды возрастает.
3) При взаимодействии заряженных тел в электрически изолированной системе алгебраическая сумма электрических зарядов тел всегда уменьшается.
4) Явление дифракции не может наблюдаться для электромагнитных волн длинноволновой части радиодиапазона.
5) Масса покоя ядра всегда меньше массы покоя слагающих его протонов и нейтронов.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

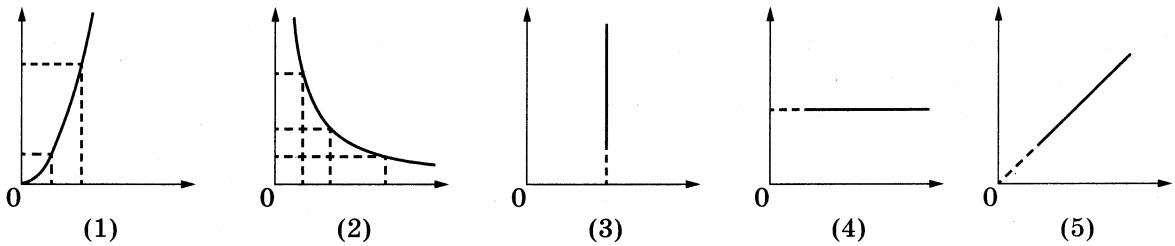
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость потенциальной энергии тел, находящихся на высоте $H$ над поверхностью Земли, от их массы в однородном поле тяжести Земли;

Б) зависимость объёма постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;

В) зависимость мощности электрического тока, выделяющейся на резисторе сопротивлением $R$, от силы тока, протекающего по резистору.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

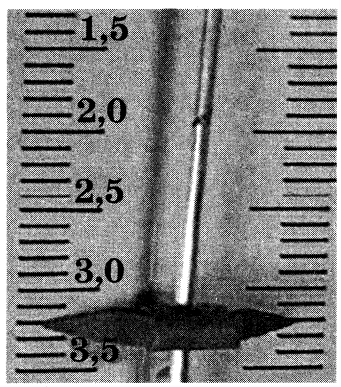



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.



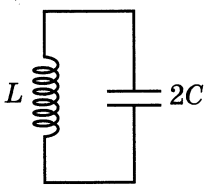

Ответ: (_____ ± _____) Н.

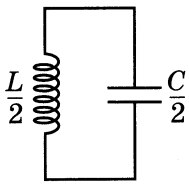
***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

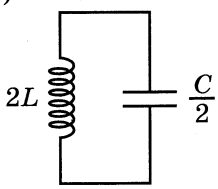
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

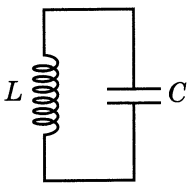
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

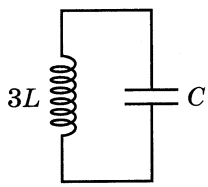
**23** Школьнику нужно обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого исследования?

1) 


2) 


3) 


4) 


5) 


Запишите в ответе номера выбранных колебательных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В сосуд наливают воду при комнатной температуре. В воду погружают нагревательные элементы с сопротивлениями $R_1$ и $R_2$, подключённые к источнику постоянного напряжения так, как показано на рис. *а*. Оставив ключ К в положении 1, доводят воду до кипения. Затем кипяток выливают, сосуд охлаждают до комнатной температуры, вновь наполняют таким же количеством воды при комнатной температуре и, повернув ключ К в положение 2 (рис. *б*), повторяют опыт. Напряжение источника в опытах одинаково. Опираясь на законы электродинамики и молекулярной физики, объясните, в каком из приведённых опытов вода закипит быстрее.

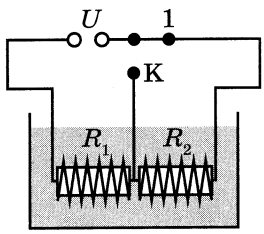


Рис. *а*

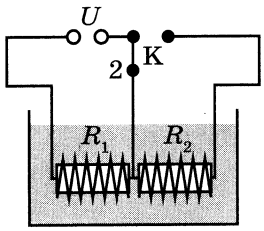


Рис. *б*

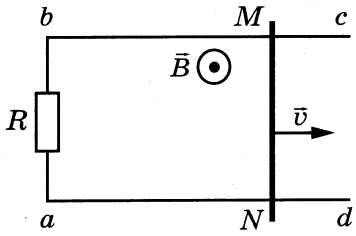
***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Какой путь пройдёт тело за 2 с, двигаясь по прямой в одном направлении, если его скорость за это время уменьшается в 3 раза? Модуль ускорения тела равен 5 м/с$^2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

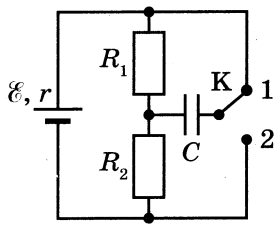
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** По параллельным проводникам $bc$ и $ad$, находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}5$ Тл, скользит с постоянной скоростью $v = 2$ м/с проводящий стержень $MN$, который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. Какова сила тока через резистор $R$ при движении стержня? Считать, что вектор $\vec{B}$ перпендикулярен плоскости рисунка.



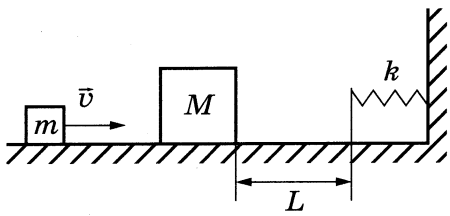

**27** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. В первом сосуде находится $\nu_1 = 2$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре $T_2 = 300$ К. Кран открывают. В установившемся равновесном состоянии давление в сосудах становится $p = 5{,}4$ кПа. Определите объём $V$ одного сосуда. Объёмом трубки пренебречь.

**28** В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1$ Ом, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $\mathscr{E} = 6$ В, ключ К длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа К в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0{,}55$ мкКл. Найдите электроёмкость конденсатора $C$.




**29** На плоскую цинковую пластинку ($A_{вых} = 3{,}75$ эВ) падает электромагнитное излучение с длиной волны 0,3 мкм. Какова напряжённость задерживающего однородного электрического поля, вектор напряжённости которого перпендикулярен пластине, если фотоэлектрон может удалиться от поверхности пластинки на максимальное расстояние $d = 2{,}5$ мм?

**30** Небольшой брусок массой $m = 100$ г, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, абсолютно неупруго сталкивается с неподвижным телом массой $M = 3m$. При дальнейшем поступательном движении тела налетают на недеформированную пружину, одним концом прикреплённую к стене (см. рисунок). С какой скоростью $v$ двигался брусок до столкновения, если после абсолютно неупругого удара бруски вернутся в точку столкновения спустя время $t = 1{,}7$ с? Жёсткость пружины $k = 40$ Н/м, а расстояние от точки столкновения до пружины $L = 25$ см.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

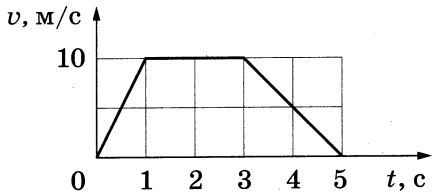
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# ВАРИАНТ 28

## Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** На рисунке представлен график зависимости модуля скорости $\upsilon$ тела от времени $t$. Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 4 с после начала движения.

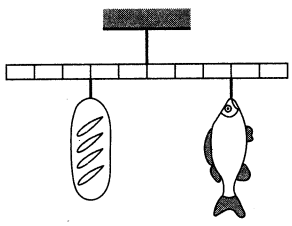



Ответ: _____ м.

**2** Сила гравитационного притяжения между двумя шарами, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, равна 9 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние увеличить до 6 м?

Ответ: _____ нН.

**3** Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах из лёгкой удочки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,6 кг. Определите массу рыбы.

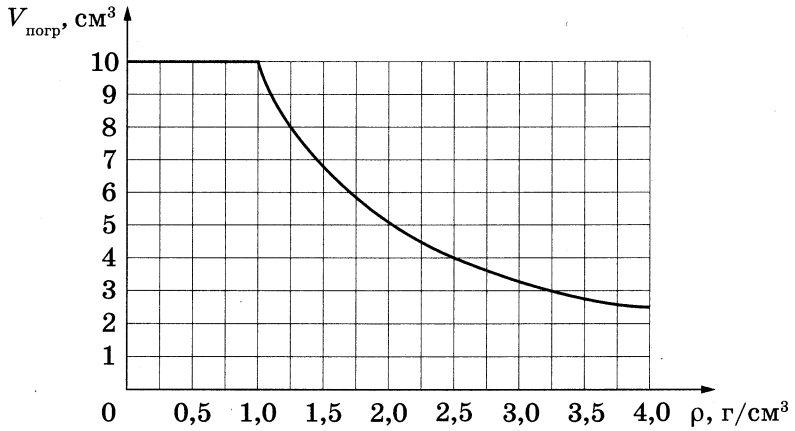


Ответ: _____ кг.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Ученик помещал цилиндр объёмом $V = 10$ см$^3$, не удерживая его, в различные жидкости, плотности которых представлены в таблице, и измерял объём погружённой в жидкость части цилиндра $V_{погр}$. По результатам измерений была получена зависимость объёма погружённой части цилиндра $V_{погр}$ от плотности жидкости ρ (см. рисунок).




| Жидкость | Бензин | Спирт | Вода | Глицерин | Хлороформ | Бромоформ | Дийодметан |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ρ, г/см$^3$ | 0,71 | 0,79 | 1,0 | 1,26 | 1,49 | 2,89 | 3,25 |

Выберите все верные утверждения, согласующиеся с данными, представленными на рисунке и в таблице.

1) В бензине и спирте сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова.
2) Цилиндр тонет в спирте.
3) На цилиндр, плавающий в глицерине, действует выталкивающая сила 0,1 Н.
4) Цилиндр плавает во всех жидкостях, указанных в таблице.
5) При плавании цилиндра в хлороформе сила Архимеда, действующая на него, меньше, чем при плавании в дийодметане.

Ответ: _____.

**5** Подвешенный на пружине груз совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Жёсткость пружины увеличили, оставив неизменными массу груза и амплитуду колебаний. Как при этом изменились частота колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

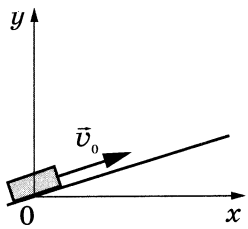
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота колебаний груза | Максимальная скорость груза |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**6** После удара в момент $t = 0$ шайба начинает скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью $\vec{v}_0$, как показано на рисунке, и в момент $t = t_0$ возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

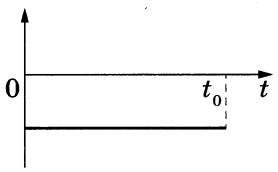



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

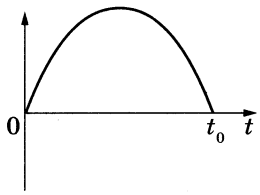
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия $E_к$
2) проекция ускорения $a_x$
3) координата $x$
4) проекция скорости $v_y$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** При уменьшении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул неона уменьшилась в 3 раза. Конечная температура газа равна 300 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

**8** Температура алюминиевой детали при обработке повысилась с 20 °С до 140 °С. Масса детали равна 50 г. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании?

Ответ: _____ Дж.

**9** Рабочее тело тепловой машины с КПД 20 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какую работу совершает за цикл рабочее тело?

Ответ: _____ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**10** В сосуде под поршнем при комнатной температуре долгое время находятся вода и водяной пар. Масса воды равна массе пара. Объём сосуда медленно изотермически увеличивают в 3 раза.

Выберите все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1) Плотность пара в начале опыта больше, чем в конце.
2) Давление пара сначала было постоянным, а затем стало увеличиваться.
3) Концентрация пара в сосуде в начале опыта больше, чем в конце опыта.
4) В конечном состоянии давление пара в сосуде в 3 раза меньше первоначального.
5) Масса пара в сосуде не изменяется.

Ответ: _____.

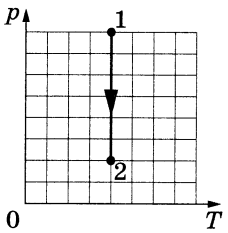
**11** На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, — каждый из которых совершает 1 моль разреженного гелия. Графики построены в координатах $p$–$T$ и $p$–$V$, где $p$ — давление, $V$ — объём и $T$ — абсолютная температура газа.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

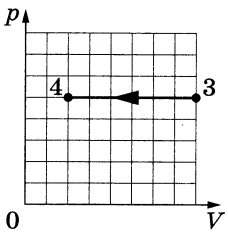
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




УТВЕРЖДЕНИЯ

1) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
2) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия остаётся постоянной.
3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает положительную работу.
4) Над газом совершают положительную работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** Расстояние между двумя точечными зарядами уменьшили в 3 раза, и каждый из зарядов уменьшили в 2 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил взаимодействия между ними?

Ответ: в _____ раз(а).

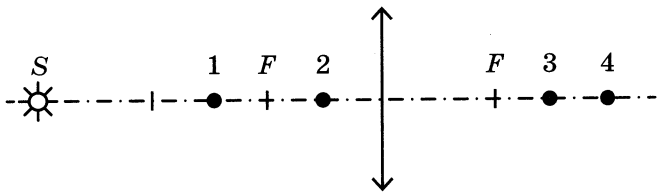
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**13** Конденсатор, заряженный до разности потенциалов 40 В, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью 40 мкГн, а во второй — к катушке с индуктивностью 10 мкГн. Каково отношение периодов колебаний энергии катушки индуктивности $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

**14** Какая из точек 1–4 является изображением точки $S$ (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$?




Ответ: точка _____.

**15** По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на резистор, перемещают лёгкий тонкий проводник. Рельсы, резистор и проводник образуют контур, который находится в вертикальном однородном магнитном поле, как показано на рис. *а*. При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на рис. *б*.

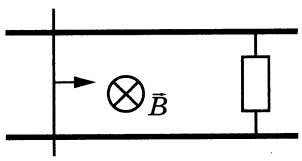



Рис. *а*

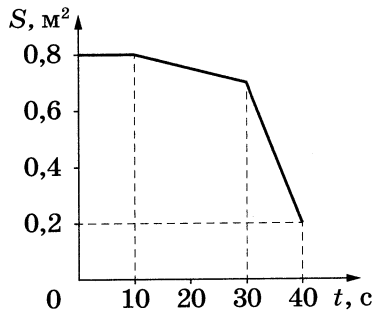



Рис. *б*

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют приведённым данным и описанию опыта.

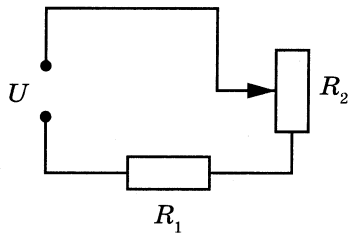
1) На проводник в процессе движения действует сила Ампера.
2) Максимальная ЭДС в контуре наблюдается в интервале от 30 до 40 с.
3) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, максимальна в интервале времени от 10 до 30 с.
4) В течение первых 15 с ток течёт через резистор непрерывно.
5) В интервале времени от 15 до 25 с через резистор течёт ток.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**16** Резистор $R_1$ и реостат $R_2$ подключены последовательно к источнику напряжения $U$ (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на резисторе $R_1$, если ползунок реостата переместить до конца вверх? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом прежним.



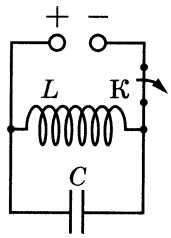

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока в цепи | Напряжение на резисторе $R_1$ |
|---|---|
| | |

**17** Катушка идеального колебательного контура длительное время подключена к источнику постоянного напряжения, поэтому конденсатор не заряжен (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих возникшие после этого электромагнитные колебания в контуре ($T$ — период колебаний).

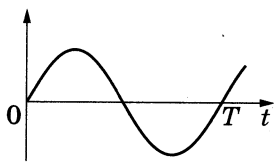



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

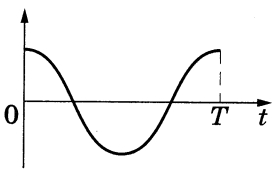
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока в катушке
2) энергия магнитного поля катушки
3) энергия электрического поля конденсатора
4) заряд правой обкладки конденсатора

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**18** Какая доля от исходного большого количества радиоактивных ядер распадётся за интервал времени, равный трём периодам полураспада?

Ответ: _____%.

**19** На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* — общий вид, рис. *б* — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только оранжевый свет, а во второй — пропускающий только голубой свет.

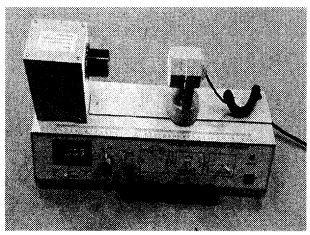


Рис. *а*

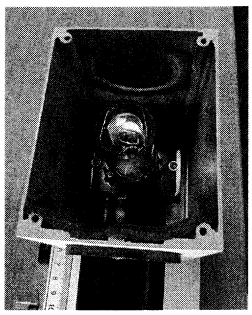


Рис. *б*

Как изменяются модуль запирающего напряжения и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль запирающего напряжения | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---|---|
| | |

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Сила Архимеда, действующая на тело, полностью погружённое в жидкость, прямо пропорциональна плотности жидкости.
2) В процессе плавления постоянной массы вещества его внутренняя энергия уменьшается.
3) Короткое замыкание в цепи постоянного тока возникает при стремлении внешнего сопротивления цепи к нулю.
4) Одноимённые полюса постоянных магнитов притягиваются друг к другу.
5) Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для расщепления ядра на отдельные нуклоны.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

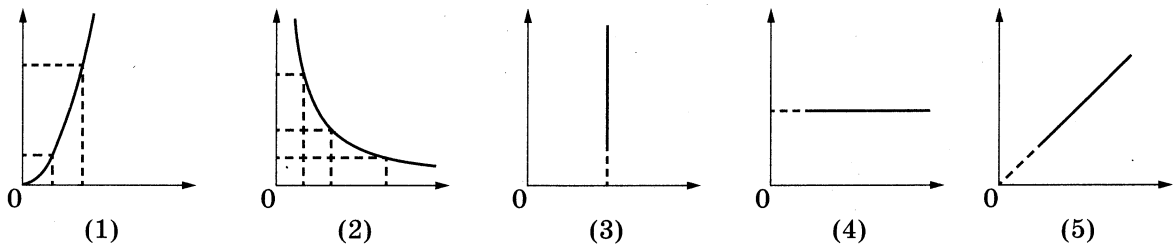
**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость потенциальной энергии тела массой $m$ в однородном поле тяжести Земли от высоты над поверхностью Земли;

Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;

В) зависимость мощности электрического тока, выделяющейся на резисторе сопротивлением $R$, от напряжения на резисторе.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

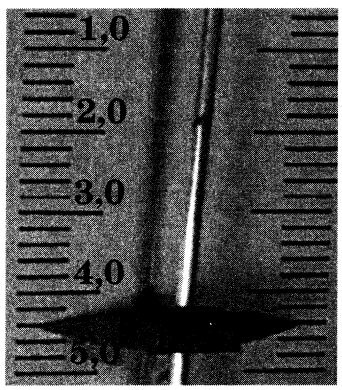



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.



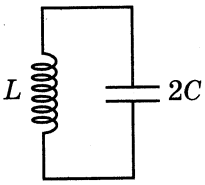

Ответ: (_____ ± _____) Н.

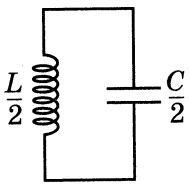
***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

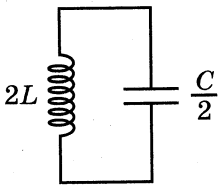
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

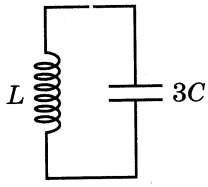
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

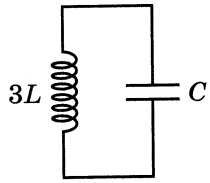
**23** Школьнику нужно обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки. Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого исследования?

1) 


2) 


3) 


4) 


5) 


Запишите в ответе номера выбранных колебательных контуров.

Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** В сосуд наливают воду при комнатной температуре. В воду погружают нагревательные элементы с сопротивлениями $R_1$ и $R_2$, подключённые к источнику постоянного напряжения так, как показано на рис. *а*. Оставив ключ К в положении 1, доводят воду до кипения. Затем кипяток выливают, сосуд охлаждают до комнатной температуры, вновь наполняют таким же количеством воды при комнатной температуре и, повернув ключ К в положение 2 (рис. *б*), повторяют опыт. Напряжение источника в опытах одинаково. Опираясь на законы электродинамики и молекулярной физики, объясните, в каком из приведённых опытов вода закипит быстрее.

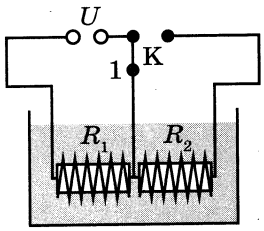


Рис. *а*

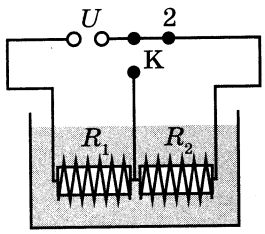


Рис. *б*

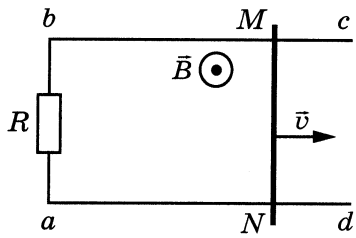
***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** За какое время тело, двигаясь по прямой в одном направлении, пройдёт путь 30 м, если его скорость за это время уменьшается в 4 раза? Модуль ускорения тела равен 4 м/с$^2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

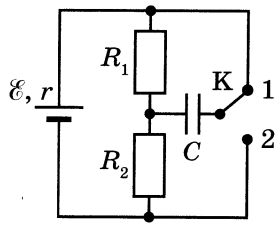
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** По параллельным проводникам $bc$ и $ad$, находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}4$ Тл, скользит проводящий стержень $MN$, который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор $R$ протекает ток $I = 40$ мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор $\vec{B}$ перпендикулярен плоскости рисунка.



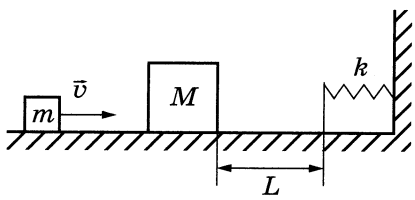

**27** Два одинаковых теплоизолированных сосуда объёмом $V = 50$ л соединены короткой трубкой с краном. В первом сосуде находится $\nu_1 = 2$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре $T_2 = 300$ К. Кран открывают. В установившемся равновесном состоянии определите давление в сосудах. Объёмом трубки пренебречь.

**28** В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1$ Ом, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $C = 0{,}2$ мкФ, ключ К длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа К в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0{,}55$ мкКл. Найдите ЭДС источника $\mathscr{E}$.




**29** На плоскую цинковую пластинку ($A_{вых} = 3{,}75$ эВ) падает электромагнитное излучение с частотой $1{,}2 \cdot 10^{15}$ Гц. На какое максимальное расстояние может удалиться от поверхности пластинки фотоэлектрон, если напряжённость задерживающего однородного электрического поля, вектор напряжённости которого перпендикулярен пластине, равна 200 В/м?

**30** Небольшой брусок массой $m = 100$ г, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности, абсолютно неупруго сталкивается с неподвижным телом массой $M = 2m$. При дальнейшем поступательном движении тела налетают на недеформированную пружину, одним концом прикреплённую к стене (см. рисунок). Через какое время $t$ после абсолютно неупругого удара бруски вернутся в точку столкновения? Скорость движения бруска до столкновения $v = 2$ м/с, жёсткость пружины $k = 30$ Н/м, а расстояние от точки столкновения до пружины $L = 10$ см.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 29

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 20 м с центростремительным ускорением 5 м/с$^2$. Чему равна скорость автомобиля?

Ответ: _____ м/с.

**2** Расстояние от искусственного спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным двум радиусам Земли?

Ответ: в _____ раз(а).

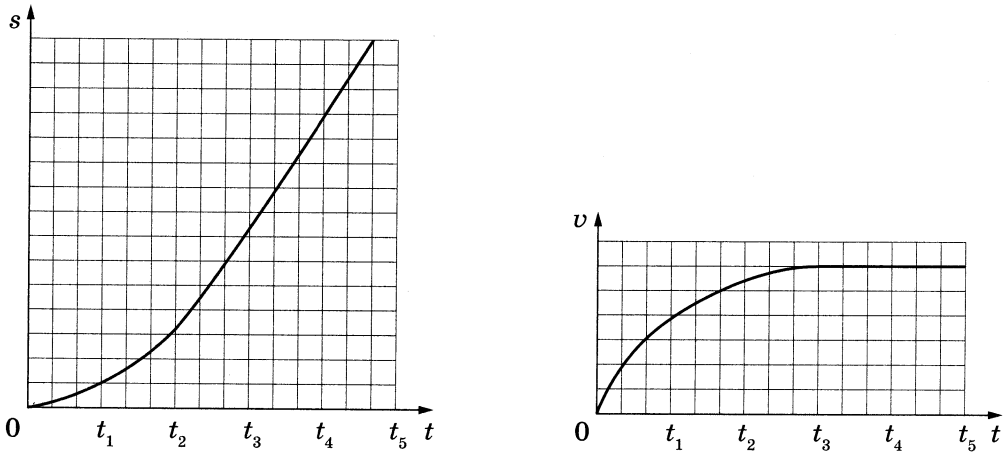
**3** На тело массой 2,5 кг, движущееся прямолинейно в инерциальной системе отсчёта, в течение 5 с в направлении движения действует постоянная сила, при этом импульс тела увеличивается на 40 кг·м/с. Какова величина силы, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**4** Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути $s$, пройденного шариком, и его скорости $v$ от времени падения $t$.




Выберите все верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

1) Величина ускорения, с которым падал шарик, уменьшалась в интервале времени $(0–t_3)$ и была равной нулю при $t > t_3$.
2) В течение всего времени падения $(0–t_5)$ кинетическая энергия шарика увеличивалась.
3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной в течение всего времени падения.
4) В течение всего времени падения $(0–t_5)$ величина импульса шарика постоянно возрастала.
5) В течение всего времени падения $(0–t_5)$ расстояние от шарика до земли монотонно убывало.

Ответ: _____.

**5** Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́. Как меняются по мере подъёма камня модуль ускорения камня и его кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль ускорения камня | Кинетическая энергия камня |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**6** Выражения А и Б определяют зависимость координат двух тел от времени. Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени и зависимостью проекции скорости от времени для этого же тела (все величины заданы в СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

КООРДИНАТА

А) $x=25-4t+3t^2$
Б) $x=30-6t$

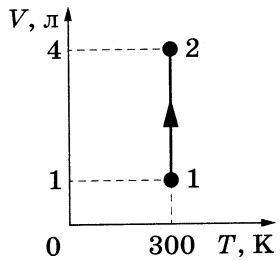
СКОРОСТЬ

1) $v_x=25-4t$
2) $v_x=6t-4$
3) $v_x=-6$
4) $v_x=6t$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**7** На рисунке представлен график зависимости объёма идеального газа от его температуры в некотором процессе. В состоянии 1 давление газа было равно нормальному атмосферному давлению. Какое давление соответствует состоянию 2, если масса газа остаётся неизменной?




Ответ: _____ кПа.

**8** В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 40 %. Во сколько раз при неизменной температуре необходимо уменьшить объём сосуда, чтобы водяной пар стал насыщенным?

Ответ: в _____ раз(а).

**9** Рабочее тело тепловой машины за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 300 Дж, а отдаёт холодильнику количество теплоты 200 Дж. Какую работу совершает рабочее тело за пять циклов?

Ответ: _____ Дж.

**10** Объём сосуда, содержащего 1 моль неона, уменьшили вдвое и добавили в сосуд 1 моль аргона. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенного списка все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1) Концентрации атомов неона в 2 раза меньше, чем у аргона.
2) Парциальное давление неона увеличилось в 2 раза.
3) Внутренняя энергия неона уменьшилась.
4) Плотность газа в сосуде увеличилась.
5) Давление в сосуде увеличилось в 4 раза.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

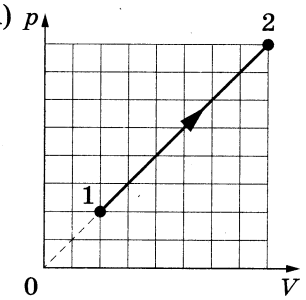
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**11** На графиках А и Б приведены диаграммы $p$–$V$ и $V$–$T$ для процессов 1–2 и 3–4, проводимых с 1 моль неона. На диаграммах $p$ — давление, $V$ — объём и $T$ — абсолютная температура газа.

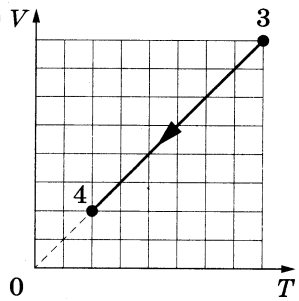
Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




УТВЕРЖДЕНИЯ

1) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.
2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
3) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия уменьшается.
4) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.

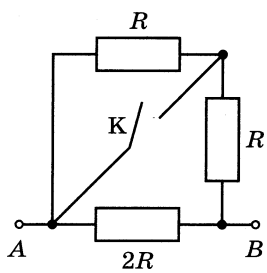
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** Силы электростатического взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равны по модулю 20 мН. Каким станет модуль этих сил, если заряд каждого тела увеличить в 3 раза?

Ответ: _____ мН.

**13** На сколько уменьшится сопротивление участка цепи $AB$, изображённого на рисунке, если ключ К замкнуть? Сопротивление $R = 15$ Ом.

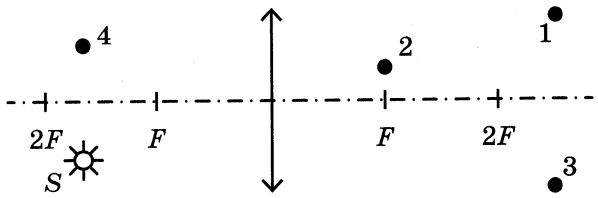



Ответ: на _____ Ом.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

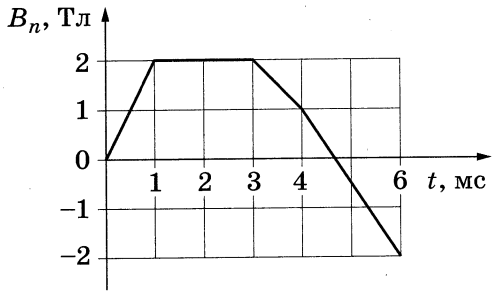
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Какая из точек 1–4 является изображением точки $S$ (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$?




Ответ: точка _____.

**15** Проволочная рамка площадью 30 см$^2$ помещена в однородное магнитное поле. Проекция $B_n$ индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени $t$ согласно графику на рисунке.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 2 мВб.
2) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 3 В.
3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4) Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 0 до 1 мс.
5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 4 до 6 мс.

Ответ: _____.

**16** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся время одного оборота электрона и радиус окружности, по которой он движется, если увеличить его скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

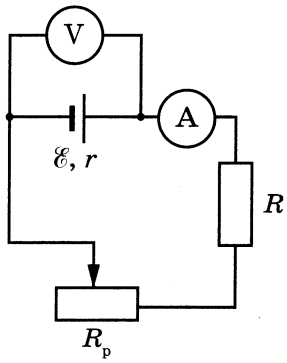
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Время одного оборота | Радиус окружности |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

А) показания вольтметра

Б) показания амперметра

ФОРМУЛЫ

1) $\mathscr{E}\left(R + R_\text{р} - r\right)$

2) $\dfrac{\mathscr{E}R}{R + R_\text{р} + r}$

3) $\dfrac{\mathscr{E}\left(R + R_\text{р}\right)}{R + R_\text{р} + r}$

4) $\dfrac{\mathscr{E}}{R + R_\text{р} + r}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Энергия фотона в первом пучке света в 2 раза меньше энергии фотона во втором пучке. Определите отношение $\dfrac{\nu_1}{\nu_2}$ частот излучения в первом и во втором пучках света.

Ответ: _____.

**19** Как изменяются с уменьшением массового числа изотопов одного и того же химического элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Число нейтронов в ядре | Число электронов в электронной оболочке нейтрального атома |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

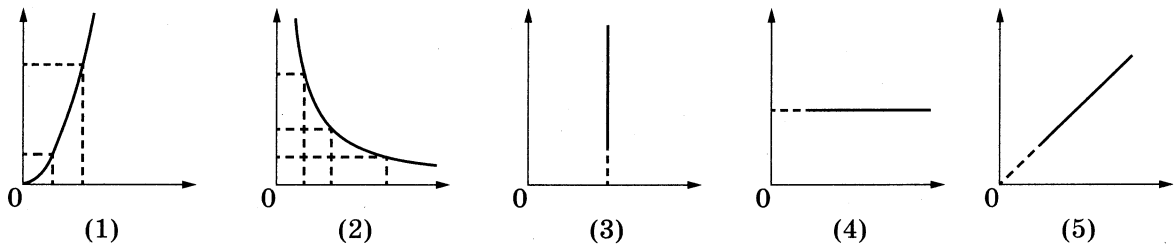
1) Сила трения, действующая на покоящуюся шайбу, лежащую на наклонной плоскости, по мере уменьшения угла наклона уменьшается.
2) При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия уменьшается.
3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
4) Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
5) Под энергией связи ядра понимают ту энергию, которая необходима для отрыва от ядра всех электронов нейтрального атома.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость кинетической энергии тела массой $m$ от импульса тела;
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объёма в изобарном процессе;
В) зависимость количества теплоты, выделяющейся на резисторе сопротивлением $R$ за время $t$, от силы тока, протекающего по резистору.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

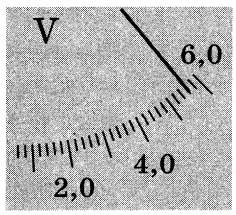



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра.




Ответ: (_____ ± _____) В.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от длины маятника? Шарики сплошные.

| № маятника | Длина маятника | Объём шарика | Материал, из которого сделан шарик |
|---|---|---|---|
| 1 | 2,0 м | 8 см$^3$ | алюминий |
| 2 | 0,5 м | 10 см$^3$ | алюминий |
| 3 | 1,0 м | 5 см$^3$ | сталь |
| 4 | 1,5 м | 8 см$^3$ | алюминий |
| 5 | 1,0 м | 5 см$^3$ | алюминий |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

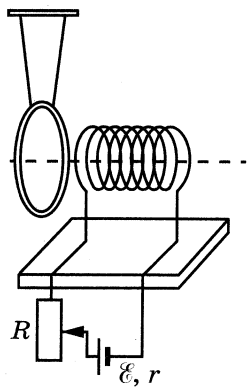
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Многовитковая катушка медного провода подключена к источнику тока через реостат. Вблизи торца катушки на шёлковых нитях подвешено замкнутое медное кольцо с малым сопротивлением. Ось кольца совпадает с осью катушки (см. рисунок). Опишите, как начнёт двигаться кольцо (притянется, оттолкнётся или останется неподвижным относительно катушки), если движок реостата резко сдвинуть **вверх** в крайнее положение. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

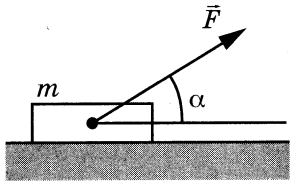



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

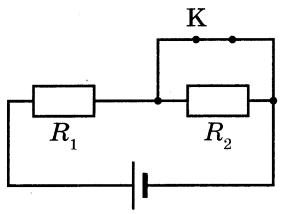
**25** Брусок массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0{,}2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{тр} = 2{,}8$ Н. Чему равен модуль силы $\vec{F}$?




**26** Предмет находится на расстоянии 25 см от тонкой собирающей линзы с оптической силой 5 дптр. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

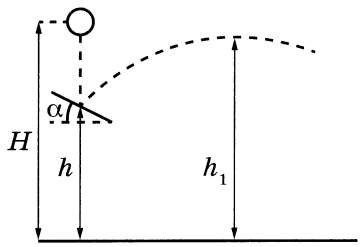
**27** В стакан с водой, нагретой до температуры $t_1 = 50$ °С, положили металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 10$ °С. После установления теплового равновесия температура воды стала $t_3 = 40$ °С. Определите температуру воды $t_4$ после того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой $t_2$ (первый шарик остался в стакане). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

**28** Источник тока, два резистора и ключ включены в цепь, как показано на рисунке. При замкнутом ключе К на резисторе $R_1$ выделяется мощность $P = 27$ Вт. Если ключ К разомкнуть, то на резисторе $R_1$ будет выделяться мощность $P_1' = 3$ Вт. Какая мощность будет выделяться на резисторе $R_2$ после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.




**29** Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом из металла с работой выхода $A_{вых} = 1{,}89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Какова частота света ν, если длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля, составляет $d = 8{,}7$ мм?

**30** Шарик падает с высоты $H = 3$ м над поверхностью Земли из состояния покоя. На высоте $h = 2$ м он абсолютно упруго ударяется о доску, расположенную под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок). На какую максимальную высоту $h_1$ после этого удара поднимется шарик от поверхности Земли? Сопротивлением воздуха пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## ВАРИАНТ 30

### Часть 1

***Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.***

**1** Автомобиль движется по закруглению дороги радиусом 30 м со скоростью 12 м/с. Определите центростремительное ускорение автомобиля.

Ответ: _____ м/с$^2$.

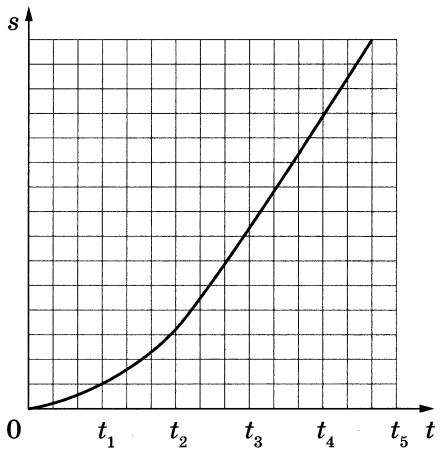
**2** Расстояние от искусственного спутника до поверхности Земли равно одному радиусу Земли. Во сколько раз увеличится сила притяжения спутника к Земле, если спутник окажется на поверхности Земли?

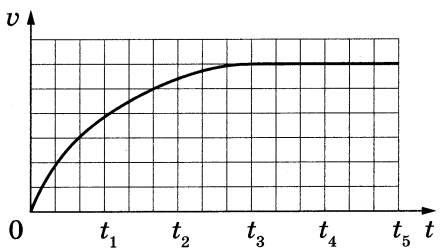
Ответ: в _____ раз(а).

**3** На тело массой 2 кг, движущееся прямолинейно в инерциальной системе отсчёта, в течение 5 с в направлении движения действует постоянная сила 20 Н. Каково увеличение импульса тела за это время?

Ответ: _____ кг·м/с.

**4** Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути $s$, пройденного шариком, и его скорости $v$ от времени падения $t$.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Выберите все верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0–t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
2) В течение всего времени падения $(0–t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
4) В интервале времени падения $(0–t_3)$ величина импульса шарика постоянно увеличивалась и оставалась постоянной при $t > t_3$.
5) В течение всего времени падения $(0–t_5)$ кинетическая энергия шарика монотонно увеличивалась.

Ответ: _____.

**5** Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало́. Как меняются по мере подъёма камня полная механическая энергия и модуль импульса камня?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Полная механическая энергия камня | Модуль импульса камня |
|---|---|
| | |

**6** Выражения А и Б определяют зависимость координат двух тел от времени. Установите соответствие между зависимостью координаты тела от времени и зависимостью проекции скорости от времени для этого же тела (все величины заданы в СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

КООРДИНАТА

А) $x=8+2t^2$
Б) $x=8+3t+2t^2$

СКОРОСТЬ

1) $v_x=3+4t$
2) $v_x=4t$
3) $v_x=2t$
4) $v_x=3+2t$

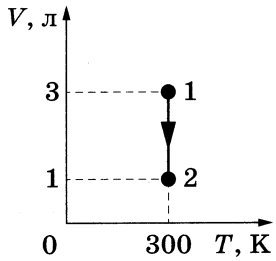
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**7** На рисунке представлен график зависимости объёма идеального газа от его температуры в некотором процессе. В состоянии 1 давление газа было равно нормальному атмосферному давлению. Какое давление соответствует состоянию 2, если масса газа остаётся неизменной?




Ответ: _____ кПа.

**8** В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 25 %. Во сколько раз при неизменной температуре необходимо уменьшить объём сосуда, чтобы водяной пар стал насыщенным?

Ответ: в _____ раз(а).

**9** Рабочее тело тепловой машины за один цикл отдаёт холодильнику количество теплоты 150 Дж и совершает работу 50 Дж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за два цикла?

Ответ: _____ Дж.

**10** Объём сосуда, содержащего 1 моль аргона, уменьшили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенного списка все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта.

1) Концентрации аргона и гелия в сосуде одинаковы.
2) Парциальное давление аргона не изменилось.
3) Внутренняя энергия аргона не изменилась.
4) Плотность газа в сосуде не изменилась.
5) Парциальные движения аргона и гелия в конце процесса одинаковы.

Ответ: _____.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

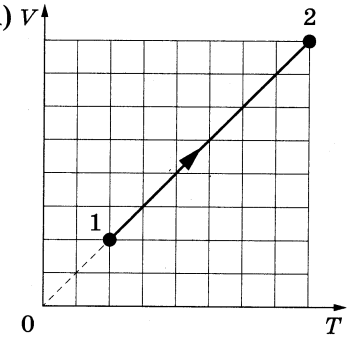
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**11** На графиках А и Б приведены диаграммы $V$–$T$ и $p$–$T$ для процессов 1–2 и 3–4, проводимых с 1 моль неона. На диаграммах $p$ — давление, $V$ — объём и $T$ — абсолютная температура газа.

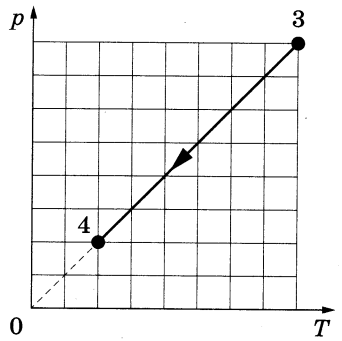
Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)




Б)




УТВЕРЖДЕНИЯ

1) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.
3) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.
4) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия уменьшается.

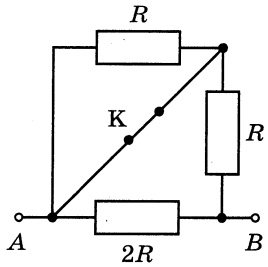
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**12** Силы электростатического взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равны по модулю 80 мН. Каким станет модуль этих сил, если расстояние между телами увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

**13** На сколько увеличится сопротивление участка цепи $AB$, изображённого на рисунке, если ключ К разомкнуть? Сопротивление $R = 12$ Ом.

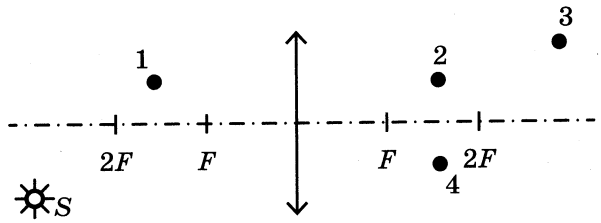



Ответ: на _____ Ом.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

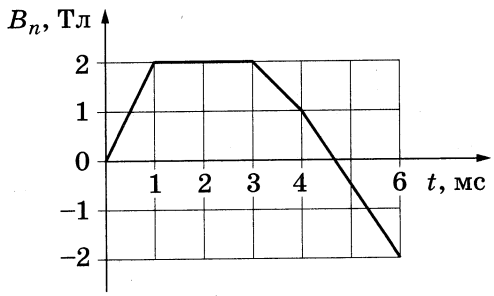
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**14** Какая из точек 1–4 является изображением точки $S$ (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием $F$?




Ответ: точка _____.

**15** Проволочная рамка площадью 30 см$^2$ помещена в однородное магнитное поле. Проекция $B_n$ индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени $t$ согласно графику на рисунке.




Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

1) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 6 мВб.
2) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 6 В.
3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
4) Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.
5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.

Ответ: _____.

**16** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся ускорение электрона и частота вращения по окружности, по которой он движется, если уменьшить его скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

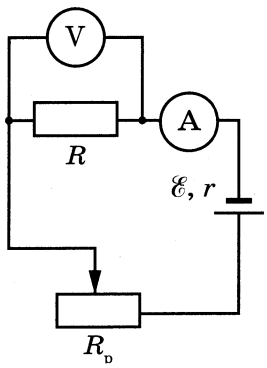
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Ускорение электрона | Частота обращения |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**17** Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке.




Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

А) показания амперметра

Б) показания вольтметра

ФОРМУЛЫ

1) $\mathscr{E}\left(R + R_р - r\right)$

2) $\dfrac{\mathscr{E}R}{R + R_р + r}$

3) $\dfrac{\mathscr{E}\left(R + R_р\right)}{R + R_р + r}$

4) $\dfrac{\mathscr{E}}{R + R_р + r}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

**18** Энергия фотона в первом пучке света в 2 раза больше энергии фотона во втором пучке. Определите отношение $\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$ длин волн излучения в первом и во втором пучках света.

Ответ: _____.

**19** Как изменяются с увеличением массового числа изотопов одного и того же химического элемента число протонов и число нейтронов в ядре соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Число протонов в ядре | Число нейтронов в ядре |
|---|---|
| | |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**20** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

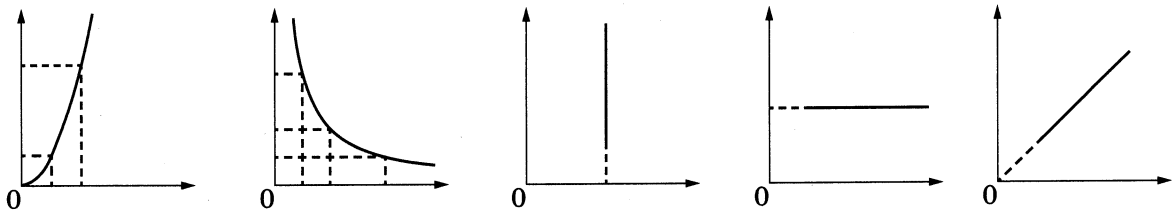
1) По мере удаления от Марса сила притяжения к нему изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния до его центра.
2) Температура плавления кристаллических тел зависит от их массы.
3) Если электрический ток протекает по алюминиевому проводнику, то ни при каких условиях не может наблюдаться действие тока на магнитную стрелку.
4) Магнитное поле индукционного тока в контуре всегда препятствует изменению магнитного потока, из-за которого возник этот индукционный ток.
5) При α-распаде ядро теряет примерно четыре единицы атомной массы, а появившийся в ходе реакции элемент смещается на две клетки вправо в Периодической таблице Д. И. Менделеева.

Ответ: _____.

**21** Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость импульса движущегося тела от его скорости;
Б) зависимость средней кинетической энергии поступательного движения частиц газа от его абсолютной температуры;
В) зависимость количества теплоты, выделяющейся на резисторе сопротивлением $R$ за время $t$, от напряжения на резисторе.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

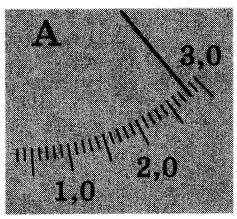



(1) (2) (3) (4) (5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

**22** Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.




Ответ: (_____ ± _____) А.

***В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**23** Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие два маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от массы шарика? Шарики сплошные.

| № маятника | Длина маятника | Объём шарика | Материал, из которого сделан шарик |
|---|---|---|---|
| 1 | 2,0 м | 8 см$^3$ | алюминий |
| 2 | 0,5 м | 5 см$^3$ | алюминий |
| 3 | 1,0 м | 5 см$^3$ | сталь |
| 4 | 1,5 м | 8 см$^3$ | алюминий |
| 5 | 1,0 м | 5 см$^3$ | алюминий |

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

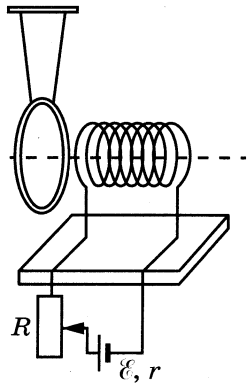
Ответ: ☐☐

***Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.***
***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.***

## Часть 2

***Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.***

**24** Многовитковая катушка медного провода подключена к источнику тока через реостат. Вблизи торца катушки на шёлковых нитях подвешено замкнутое медное кольцо с малым сопротивлением. Ось кольца совпадает с осью катушки (см. рисунок). Опишите, как начнёт двигаться кольцо (притянется, оттолкнётся или останется неподвижным относительно катушки), если движок реостата резко сдвинуть **вниз** в крайнее положение. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

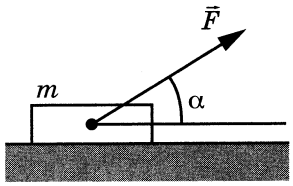



© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

***Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.***

**25** Брусок массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы величиной $F = 25$ Н, направленной под углом $\alpha = 30°$ к горизонту (см. рисунок). Определите коэффициент трения между бруском и плоскостью, если модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{тр} = 1{,}2$ Н.

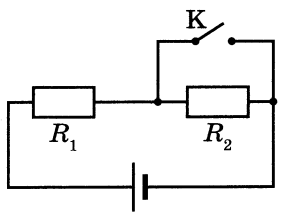



**26** Действительное изображение предмета, полученное с помощью тонкой собирающей линзы, находится на расстоянии 12 см от линзы. Оптическая сила линзы 15 дптр. Определите расстояние от линзы до предмета.

**27** В стакан с водой, нагретой до температуры $t_1$, положили металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 10$ °C. После установления теплового равновесия температура воды стала $t_3 = 40$ °C. После того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой $t_2$ (первый шарик остался в стакане), температура воды после установления теплового равновесия оказалась равной $t_4 = 34$ °C.

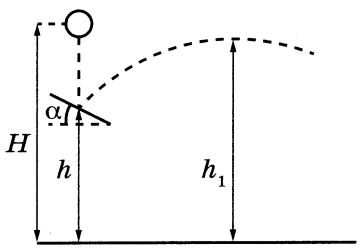
Определите начальную температуру $t_1$. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

**28** Источник тока, два резистора и ключ К включены в цепь, как показано на рисунке. При разомкнутом ключе на резисторе $R_1$ выделяется мощность $P_1 = 3$ Вт, а на резисторе $R_2$ — мощность $P_2 = 6$ Вт. Какая мощность будет выделяться на резисторе $R_1$ после замыкания ключа К? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.




**29** Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частотой $\nu \approx 7{,}4 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{вых} = 2{,}4$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 250$ В/м. Какова длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля $\vec{E}$?

**30** Шарик падает с высоты $H = 2$ м над поверхностью Земли из состояния покоя. На высоте $h = 1$ м он абсолютно упруго ударяется о доску, расположенную под углом к горизонту (см. рисунок). После этого удара шарик поднялся на максимальную высоту $h_1 = 1{,}25$ м от поверхности Земли. Какой угол $\alpha$ составляет доска с горизонтом? Сопротивлением воздуха пренебречь.




Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

***Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.***

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

## Задания с кратким ответом

За правильный ответ на каждое из заданий 1–3, 7–9, 12–14, 18, 22 и 23 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или две цифры.

Каждое из заданий 5, 6, 11, 16, 17 и 19 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если в ответе указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, — 0 баллов.

Задание 21 оценивается в 2 балла, если верно указаны все три элемента верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если два элемента указаны неверно. Если в ответе указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, — 0 баллов.

Каждое из заданий 4, 10, 15 и 20 оценивается в 2 балла, если верно указаны все элементы верного ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка или дополнительно к верным элементам указан один неверный; в 0 баллов — во всех остальных случаях.

| № вар. / № зад. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 2 | –4 | 0 | –8 | 7,5 | 2,5 | 8 | 2 | –2 | 5 |
| **2** | 9 | 32 | 45 | 4 | 16 | 2 | 128 | 2 | 6 | 30 |
| **3** | 3 | 2 | 125 | 1500 | 4500 | 1600 | 4 | 2 | 0,5 | 255 |
| **4** | 145 | 23 | 134 | 25 | 12 | 345 | 13 | 245 | 45 | 12 |
| **5** | 23 | 32 | 31 | 32 | 21 | 13 | 31 | 32 | 11 | 22 |
| **6** | 42 | 31 | 31 | 42 | 23 | 24 | 24 | 13 | 13 | 42 |
| **7** | 2 | 0,5 | 0,25 | 1 | 6 | 1,5 | 8 | 2 | 3 | 1,6 |
| **8** | 60 | 40 | 75 | 160 | 1,5 | 2600 | 150 | 87 | 45 | 20 |
| **9** | 3,5 | 100 | 280 | 20 | 0 | 4 | 90 | 60 | 9 | 60 |
| **10** | 25 | 134 | 34 | 125 | 15 | 234 | 13 | 245 | 125 | 134 |
| **11** | 13 | 11 | 21 | 22 | 22 | 11 | 32 | 13 | 12 | 42 |
| **12** | 20 | 50 | 6 | 8 | 205 | 165 | 5,25 | 48 | 200 | 225 |
| **13** | 0,05 | 30 | 4 | 2 | 0,25 | 1 | 0,4 | 0,2 | 4 | 0 |
| **14** | 3 | 5 | 1 | 2 | 2 | 8 | 0,005 | 400 | 2 | 4 |
| **15** | 125 | 34 | 23 | 145 | 15 | 234 | 124 | 35 | 124 | 13 |
| **16** | 21 | 12 | 13 | 23 | 32 | 32 | 32 | 11 | 32 | 22 |
| **17** | 31 | 42 | 42 | 23 | 14 | 12 | 34 | 12 | 13 | 24 |
| **18** | 76 | 170 | 4 | 38 | 3 | 2 | 42 | 8 | 75 | 25 |
| **19** | 23 | 12 | 31 | 13 | 23 | 13 | 31 | 12 | 12 | 21 |
| **20** | 135 | 24 | 123 | 45 | 24 | 135 | 45 | 123 | 125 | 235 |
| **21** | 245 | 135 | 353 | 435 | 253 | 125 | 533 | 413 | 211 | 411 |
| **22** | 0,750,05 | 1,600,02 | 10033 | 7522 | 0,250,05 | 0,650,05 | 1,60,1 | 1,80,1 | 2,80,4 | 1,40,2 |
| **23** | 15 | 34 | 35 | 12 | 34 | 13 | 23 | 15 | 13 | 14 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Продолжение таблицы*

| № вар. / № зад. | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25 | 10 | 30 | 35 | −8 | −4 | −2,5 | −15 | 0,5 | 0 |
| 2 | 6 | 0,04 | 75 | 300 | 1,25 | 7,5 | 1,25 | 7,5 | 32,5 | 10 |
| 3 | 10 | 50 | 40 | 250 | 48 | 0,8 | 32 | 3 | 4,8 | 4 |
| 4 | 235 | 14 | 24 | 125 | 24 | 135 | 145 | 235 | 14 | 25 |
| 5 | 32 | 31 | 21 | 11 | 33 | 33 | 22 | 13 | 23 | 23 |
| 6 | 32 | 41 | 12 | 34 | 41 | 23 | 34 | 12 | 24 | 23 |
| 7 | 405 | 280 | 1 | 0,25 | 3 | 4 | 2 | 1,5 | 4 | 4 |
| 8 | 60 | 80 | 5 | 2,5 | 250 | 750 | 216 | 114 | 2450 | 60 |
| 9 | 20 | 40 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0,8 | 1,5 | 5 | 0,75 |
| 10 | 123 | 145 | 24 | 135 | 13 | 345 | 234 | 145 | 12 | 45 |
| 11 | 21 | 43 | 21 | 43 | 13 | 42 | 13 | 43 | 22 | 22 |
| 12 | 1,125 | 8 | 6 | 3 | 1,5 | 0,4 | 4 | 1 | 2,5 | 4 |
| 13 | 0,01 | 6,25 | 20 | 2 | 5 | 10 | 1,5 | 2 | 30 | 6 |
| 14 | 2 | 1 | 60 | 40 | 2 | 500 | 1 | 0,5 | 4 | 36 |
| 15 | 125 | 34 | 34 | 125 | 134 | 45 | 135 | 24 | 123 | 135 |
| 16 | 13 | 23 | 22 | 11 | 11 | 12 | 23 | 33 | 21 | 13 |
| 17 | 14 | 32 | 42 | 31 | 31 | 12 | 41 | 32 | 13 | 43 |
| 18 | 14 | 11 | 19 | 40 | 91 | 222 | 4 | 0,25 | 2 | 0,5 |
| 19 | 12 | 21 | 13 | 22 | 33 | 33 | 33 | 33 | 42 | 32 |
| 20 | 134 | 235 | 13 | 25 | 13 | 14 | 45 | 14 | 15 | 15 |
| 21 | 434 | 434 | 152 | 355 | 333 | 433 | 331 | 233 | 311 | 114 |
| 22 | 3,20,1 | 0,5000,025 | 4,60,2 | 0,280,02 | 0,40,1 | 0,080,02 | 422 | 451 | 605 | 32020 |
| 23 | 13 | 25 | 15 | 24 | 14 | 25 | 24 | 15 | 13 | 15 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| № вар. / № зад. | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 8 | 32,5 | 25 | −2,5 | 5 | 30 | 32,5 | 10 | 4,8 |
| 2 | 2 | 16 | 1 | 8 | 0,05 | 0,6 | 64 | 1 | 2,25 | 4 |
| 3 | 4,5 | 0,8 | 10 | 10 | 2240 | 3150 | 0,3 | 0,4 | 8 | 100 |
| 4 | 145 | 134 | 25 | 34 | 125 | 134 | 35 | 23 | 15 | 24 |
| 5 | 33 | 33 | 21 | 11 | 11 | 23 | 11 | 11 | 32 | 32 |
| 6 | 24 | 34 | 13 | 41 | 41 | 23 | 41 | 23 | 23 | 21 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | 1 | 8 | 18 | 300 | 900 | 25 | 300 |
| 8 | 560 | 20 | 200 | 5000 | 100 | 30 | 8000 | 5400 | 2,5 | 4 |
| 9 | 3 | 3,6 | 50 | 50 | 80 | 0 | 75 | 15 | 500 | 400 |
| 10 | 13 | 25 | 134 | 235 | 24 | 15 | 25 | 13 | 245 | 135 |
| 11 | 13 | 13 | 22 | 11 | 13 | 22 | 42 | 34 | 23 | 14 |
| 12 | 3 | 4 | 5 | 5700 | 8 | 1,125 | 36 | 2,25 | 180 | 20 |
| 13 | 1080 | 3800 | 12 | 0,32 | 6 | 7 | 2 | 0,5 | 5 | 4 |
| 14 | 3 | 2 | 140 | 70 | 2,5 | 0,4 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 15 | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 15 | 234 | 125 | 24 | 15 |
| 16 | 11 | 32 | 22 | 13 | 13 | 23 | 11 | 22 | 31 | 23 |
| 17 | 13 | 31 | 13 | 21 | 12 | 43 | 23 | 41 | 34 | 42 |
| 18 | 25 | 12,5 | 5 | 25 | 0,3 | 0,1 | 12,5 | 87,5 | 0,5 | 0,5 |
| 19 | 43 | 23 | 11 | 12 | 14 | 32 | 22 | 11 | 23 | 31 |
| 20 | 13 | 34 | 25 | 13 | 134 | 345 | 125 | 135 | 13 | 14 |
| 21 | 421 | 531 | 134 | 154 | 145 | 251 | 551 | 541 | 141 | 551 |
| 22 | 7451 | 99,30,1 | 11,00,5 | 1,60,2 | 0,180,02 | 0,1500,005 | 3,20,1 | 4,40,2 | 5,60,2 | 2,80,1 |
| 23 | 35 | 34 | 14 | 34 | 24 | 15 | 14 | 23 | 14 | 35 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

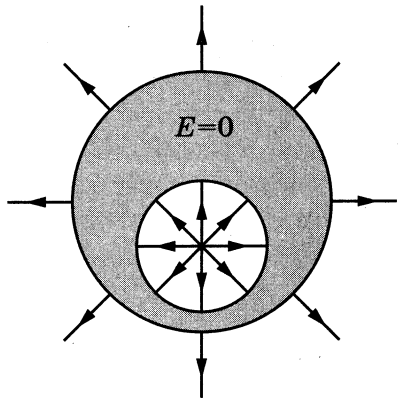
## Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 24–30 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за выполнение заданий 25 и 26, от 0 до 3 баллов за выполнение задания 24 и 27–29 и от 0 до 4 баллов за задание 30.

## Вариант 1

**24**

**Возможное решение**




1. Приведён схематический рисунок картины линий напряжённости: внутри полости — семейство прямых лучей, исходящих из заряда и приходящих на поверхность полости по нормали; снаружи шара — семейство прямых лучей, исходящих с поверхности шара по нормали к ней и уходящих в бесконечность.

2. Внутри проводника — электростатическое поле $\vec{E} = 0$.

3. Заряд $q$ помещён в центр шарообразной полости. Поэтому его электростатическое поле в полости обладает центральной симметрией и выглядит как поле уединённого точечного заряда $q > 0$, находящегося в центре полости. Линии напряжённости этого поля подходят по нормали к поверхности полости, где равномерно распределён отрицательный индуцированный заряд $-q < 0$.

4. На наружной поверхности шара находится (в силу нейтральности шара в целом) положительный заряд $q > 0$. В силу того, что внутри проводника $\vec{E} = 0$, а снаружи окружающие предметы расположены далеко от шара, этот заряд распределён по поверхности шара равномерно. Его поле вне шара выглядит как поле уединённого точечного заряда $q > 0$, расположенного в центре шара. Линии напряжённости отходят от шара по нормали к его поверхности.

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *приведён схематический рисунок линий напряжённости поля в полости и снаружи шара, п. 1*), и полное верное объяснение (в данном случае: *п. 2, 3*) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *отсутствие электрического поля внутри проводника, поле уединённого точечного заряда*) | 3 |
| Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>В объяснении не указано или не использованы одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) | 2 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

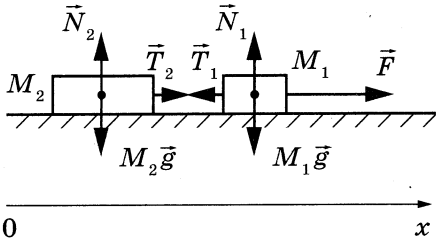
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| И (ИЛИ)<br>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения | 2 |
| Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.<br>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.<br>ИЛИ<br>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.<br>ИЛИ<br>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.<br>ИЛИ<br>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**25** **Возможное решение**

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима и невесома, то оба груза движутся с одинаковым ускорением и модули сил натяжения нити, действующих на грузы, также одинаковы, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.




2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось $Ox$: для первого тела: $F - T = M_1 a$, — для второго тела: $T = M_2 a$.

В итоге получим: $M_1 = \dfrac{F - T}{a} = \dfrac{(F - T)M_2}{T} = \dfrac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2{,}4$ кг.

**Ответ:** $M_1 = 2{,}4$ кг.

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона для двух тел*); | 2 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**26** **Возможное решение**

После прохождения светом дифракционной решётки на экране будет формироваться дифракционный спектр, представляющий собой симметричные относительно центра повторяющиеся светлые полосы. Под углом $\alpha$ к нормали будет наблюдаться $k$-й максимум, если $d\sin\alpha = k\lambda$, где $\lambda = \frac{c}{\nu}$. Максимальный порядок спектра будет наблюдаться под углом $\alpha = 90°$.

Следовательно, для максимального порядка спектра получим:

$$k = \frac{d\nu}{c} = \frac{10^{-3} \cdot 5{,}6 \cdot 10^{14}}{300 \cdot 3 \cdot 10^{8}} \approx 6{,}2.$$

Максимальный порядок спектра $k = 6$.

**Ответ:** $k = 6$.

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формула для наблюдения спектра с помощью дифракционной решётки*); | 2 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 2 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *2* |

**27** **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю (рис. *а*). В проекциях на горизонтальную ось $x$ получаем: $F_1 - F_0 - F_{упр} = 0$, где $F_0$ — сила давления атмосферы на поршень, $F_1$ — сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{упр}$ — упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины.

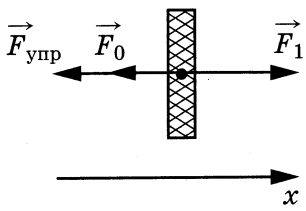


Рис. *а*

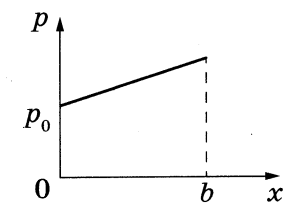


Рис. *б*

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину $x$ модуль упругой силы $F_{упр} = kx$. Тогда

$$F_1 = p(x)S = F_0 + F_{упр} = p_0S + kx,$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину $x$ определяется по формуле $p(x) = p_0 + \frac{kx}{S}$ (рис. *б*).

3. Используем модель одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2}\nu RT. \end{cases}$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2}pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_1 = \frac{3}{2}p_0SL$, а в конечном состоянии

$$U_2 = \frac{3}{2}p(b)\cdot S(L+b) = \frac{3}{2}\left(p_0 + \frac{kb}{S}\right)S(L+b).$$

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

Работа газа $A_{12}$ при сдвиге поршня из начального состояния в конечное равна произведению величины $S$ и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. *б*: $A_{12} = \frac{1}{2}\left[p(0) + p(b)\right]Sb = \left(p_0S + \frac{kb}{2}\right)b$. Подставляя в выражение для $Q$ значения $U_1$, $U_2$ и $A_{12}$, получим:

$$Q = \frac{3}{2}(p_0S + kb)(L+b) - \frac{3}{2}p_0SL + \left(p_0S + \frac{kb}{2}\right)b = \frac{3}{2}kbL + \frac{5}{2}p_0Sb + 2kb^2.$$

Решая это уравнение относительно $k$, получим: $k = \frac{2Q - 5p_0Sb}{3bL + 4b^2}$.

**Ответ:** $k = \frac{2Q - 5p_0Sb}{3bL + 4b^2}$.

| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
|---|---|
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *второй закон Ньютона, закон Гука, уравнение Менделеева — Клапейрона, выражение для внутренней энергии идеального одноатомного газа, первый закон термодинамики, вычисление работы с помощью площади под графиком*);<br>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. | 2 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.<br>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**28**

**Возможное решение**

1. При подключении положительного вывода батареи к точке $A$ потенциал точки $A$ оказывается выше, чем потенциал точки $B$, $\varphi_A > \varphi_B$, поэтому ток через диод, подключённый параллельно резистору $R_1$, не течёт. Эквивалентная схема цепи в этом случае имеет вид, изображённый на рис. *а*. Суммарное сопротивление последовательно соединённых резисторов $R_0 = R_1 + R_2$, а потребляемая мощность $P_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{R_1 + R_2}$.

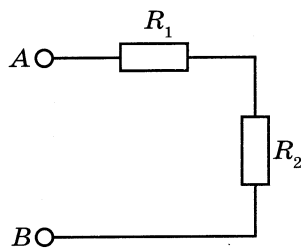


Рис. *а*

2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$ открытый диод оказывается подключён к резистору $R_1$ параллельно, шунтируя его. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. *б*. При этом потребляемая мощность увеличивается (так как знаменатель дроби уменьшается): $P_2 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{R_2} > P_1$.

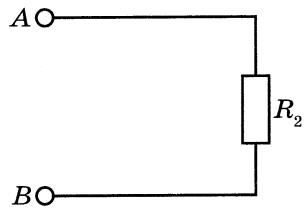


Рис. *б*

3. Из этих уравнений: $R_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{P_1} - \dfrac{\mathscr{E}^2}{P_2}$, $R_2 = \dfrac{\mathscr{E}^2}{P_2}$.

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом.

**Ответ:** $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формула для мощности электрического тока, формула для сопротивления при последовательном соединении проводников, условия протекания тока через диоды и резисторы*);<br>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.<br>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** **Возможное решение**

1. Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\max}^2}{2}, \text{ откуда } v_{\max} = \sqrt{\frac{2}{m}(h\lambda - A_{\text{вых}})}.$$

2. Электрон в магнитном поле движется по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$ и центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{R}$.

3. Ускорение вызывается силой Лоренца ($F = evB$) в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m\frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow R = \frac{mv}{eB}$.

4. Подставляя в выражение для радиуса траектории максимальную скорость электрона, получим:

$$R_{\max} = \frac{mv_{\max}}{eB} = \frac{1}{eB} \cdot \sqrt{2m(h\nu - A_{\text{вых}})} =$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}(6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{15} - 4{,}42 \cdot 10^{-19})}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} \approx 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

**Ответ:** $R_{\max} \approx 8$ мм.

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формула для силы Лоренца, формула для центростремительного ускорения*);<br>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев.<br>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>Сделан только правильный рисунок, на котором построено изображение фигуры с указанием хода лучей в линзе | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *3* |

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.

Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.

Так как при решении задачи мы пренебрегаем силой трения, то можно использовать закон сохранения энергии для снаряда с учётом энергии разрыва.

**Решение**

1. Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

$$2m \cdot \upsilon_0 = m\upsilon_1 - m\upsilon_2,\ 2m \cdot \frac{\upsilon_0^2}{2} + \Delta E = \frac{m\upsilon_1^2}{2} + \frac{m\upsilon_2^2}{2},$$

где $2m$ — масса снаряда до взрыва; $\upsilon_0$ — модуль скорости снаряда до взрыва; $\upsilon_1$ — модуль скорости осколка, летящего вперёд; $\upsilon_2$ — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим $\upsilon_0$ из первого уравнения: $\upsilon_0 = \frac{1}{2}(\upsilon_1 - \upsilon_2)$ — и подставим во второе уравнение.

3. Получим: $\Delta E = \frac{m}{4}(\upsilon_1 + \upsilon_2)^2 = \frac{1}{4}(900 + 100)^2 = 250$ кДж.

**Ответ:** $\Delta E = 250$ кДж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| ***Критерий 1*** | |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: *выбор инерциальной системы отсчёта, связанной с поверхностью Земли; все тела считаются материальными точками; условия применимости законов сохранения импульса и энергии* | 1 |
| В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.<br>ИЛИ<br>Обоснование отсутствует | 0 |
| ***Критерий 2*** | |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *законы сохранения энергии и импульса*);<br>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);<br>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины | 3 |
| Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.<br>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.<br>И (ИЛИ)<br>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.<br>И (ИЛИ)<br>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.<br>И (ИЛИ)<br>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины) | 2 |
| Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.<br>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. | 1 |

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

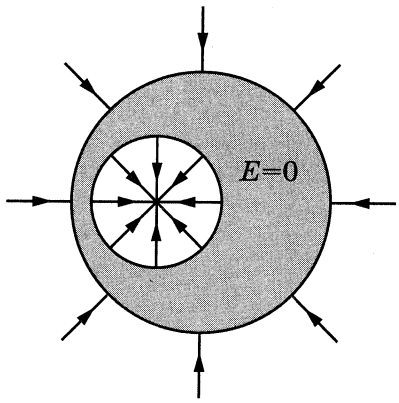
*Окончание таблицы*

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|---|---|
| ИЛИ<br>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла | 0 |
| *Максимальный балл* | *4* |

## Вариант 2

**24** **Возможное решение**

1. Приведён схематический рисунок картины линий напряжённости: внутри полости — семейство прямых лучей, направленных к заряду и исходящих с поверхности полости по нормали; снаружи шара — семейство прямых лучей, направленных к поверхности шара по нормали к ней из бесконечности.



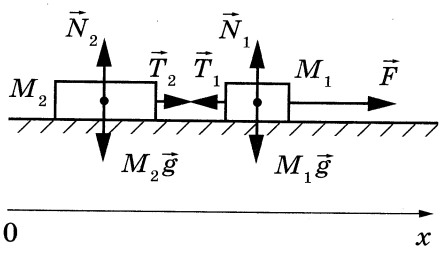

2. Внутри проводника — электростатическое поле $\vec{E} = 0$.

3. Заряд $q$ помещён в центр шарообразной полости. Поэтому его электростатическое поле в полости обладает центральной симметрией и выглядит как поле уединённого точечного заряда $q < 0$, находящегося в центре полости. Линии напряжённости этого поля подходят по нормали к поверхности полости, где равномерно распределён положительный индуцированный заряд $+q > 0$.

4. На наружной поверхности шара находится (в силу нейтральности шара в целом) отрицательный заряд $q < 0$. В силу того, что внутри проводника $\vec{E} = 0$, а снаружи окружающие предметы расположены далеко от шара, этот заряд распределён по поверхности шара равномерно. Его поле вне шара выглядит как поле уединённого точечного заряда $q < 0$, расположенного в центре шара. Линии напряжённости направлены к шару по нормали к его поверхности.

**25** **Возможное решение**

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима и невесома, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, и модули сил натяжения нити, действующих на грузы, также одинаковы, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось $Ox$: для первого тела: $F - T = M_1 a$, — для второго тела: $T = M_2 a$.

В итоге получим: $M_2 = \dfrac{T}{a} = \dfrac{M_1 T}{F - T} = \dfrac{2 \cdot 10}{18 - 10} = 2{,}5$ кг.

**Ответ:** $M_2 = 2{,}5$ кг.

**26** **Возможное решение**

После прохождения светом дифракционной решётки на экране будет формироваться дифракционный спектр, представляющий собой симметричные относительно центра повторяющиеся светлые полосы. Под углом $\alpha$ к нормали будет наблюдаться $k$-й максимум, если $d\sin\alpha = k\lambda$, где $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$. Максимальный порядок спектра будет наблюдаться под углом $\alpha = 90°$.

Следовательно, для максимального порядка спектра получим:

$$k = \frac{d\nu}{c} = \frac{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{14}}{500 \cdot 3 \cdot 10^{8}} \approx 3{,}3.$$

Максимальный порядок спектра $k = 3$.

**Ответ:** $k = 3$.

**27** **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю (рис. *а*). В проекциях на горизонтальную ось $x$ получаем: $F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0$, где $F_0$ — сила давления атмосферы на поршень, $F_1$ — сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{\text{упр}}$ — упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины.

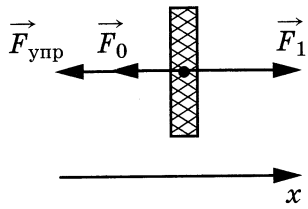


Рис. *а*

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину $x$ модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$. Тогда

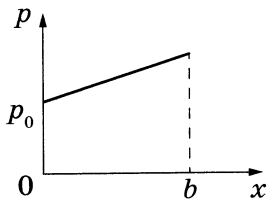


Рис. *б*

$$F_1 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0 S + kx,$$

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину $x$ определяется по формуле $p(x) = p_0 + \dfrac{kx}{S}$ (рис. *б*).

3. Используем модель одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \dfrac{3}{2}\nu RT. \end{cases}$

Отсюда получаем: $U = \dfrac{3}{2}pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_1 = \dfrac{3}{2}p_0 SL$, а в конечном состоянии

$$U_2 = \frac{3}{2}p(b) \cdot S(L + b) = \frac{3}{2}\left(p_0 + \frac{kb}{S}\right)S(L + b).$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

Работа газа $A_{12}$ при сдвиге поршня из начального состояния в конечное равна произведению величины $S$ и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. *б*: $A_{12} = \frac{1}{2}\big[p(0) + p(b)\big]Sb = \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b$. Подставляя в выражение для $Q$ значения $U_1$, $U_2$ и $A_{12}$, получим:

$$Q = \frac{3}{2}(p_0 S + kb)(L + b) - \frac{3}{2}p_0 SL + \left(p_0 S + \frac{kb}{2}\right)b = \frac{3}{2}kbL + \frac{5}{2}p_0 Sb + 2kb^2.$$

Решая это уравнение относительно $S$, получим: $S = \dfrac{Q - \frac{3}{2}kbL - 2kb^2}{\frac{5}{2}p_0 b}$.

**Ответ:** $S = \dfrac{Q - \frac{3}{2}kbL - 2kb^2}{\frac{5}{2}p_0 b}$.

**28** **Возможное решение**

1. При подключении положительного вывода батареи к точке $A$ потенциал точки $A$ оказывается выше, чем потенциал точки $B$, $\varphi_A > \varphi_B$, поэтому ток через диод, подключённый параллельно резистору $R_1$, не течёт. Эквивалентная схема цепи в этом случае имеет вид, изображённый на рис. *а*. Общее сопротивление соединённых резисторов в первом случае равно $R_{01} = \dfrac{(R_1 + R_2)R_2}{R_1 + 2R_2}$, а потребляемая мощность $P_1 = \dfrac{\mathscr{E}^2(R_1 + 2R_2)}{(R_1 + R_2)R_2}$.

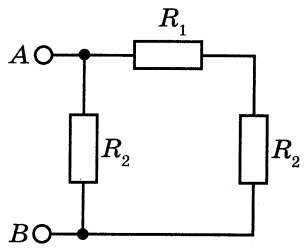


Рис. *а*

2. При изменении полярности подключения батареи $\varphi_A < \varphi_B$ открытый диод оказывается подключён к резистору $R_1$ параллельно, шунтируя его. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. *б*. Общее сопротивление соединённых резисторов во втором случае равно $R_{02} = \dfrac{R_2}{2}$, а потребляемая мощность $P_2 = \dfrac{2\mathscr{E}^2}{R_2}$.

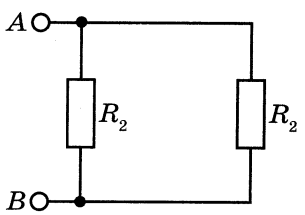


Рис. *б*

3. Из этих уравнений получим: $R_2 = \dfrac{2\mathscr{E}^2}{P_2} = \dfrac{2 \cdot 12^2}{7{,}2} = 40$ Ом.

$$R_1 = \frac{2\mathscr{E}^2 R_2 - P_1 R_2^2}{P_1 R_2 - \mathscr{E}^2} = \frac{2 \cdot 12^2 \cdot 40 - 6 \cdot 40^2}{6 \cdot 40 - 12^2} = 20 \text{ Ом}.$$

**Ответ:** $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом.

**29** **Возможное решение**

1. Электрон в магнитном поле движется по окружности радиусом $R$ со скоростью $v$ и центростремительным ускорением $a = \dfrac{v^2}{R}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Ускорение вызывается силой Лоренца ($F = evB$) в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m\frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow v = \frac{eBR}{m}$.

3. Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$.

4. Подставляя в это уравнение скорость электрона, получим выражение для частоты света: $\nu = \frac{A}{h} + \frac{(eBR)^2}{2mh} = \frac{4{,}42 \cdot 10^{-19}}{6{,}6 \cdot 10^{-34}} + \frac{\left(1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}\right)^2}{2 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34}} \approx 10^{15}$ Гц.

**Ответ:** $\nu \approx 1 \cdot 10^{15}$ Гц.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.

Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.

Так как при решении задачи мы пренебрегаем силой трения, то можно использовать закон сохранения энергии для снаряда с учётом энергии разрыва.

**Решение**

1. Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

$$mv_0 = \frac{m}{2}v_1 - \frac{m}{2}v_2;\ m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{4} + \frac{mv_2^2}{4},$$

где $m$ — масса снаряда до взрыва; $v_0$ — модуль скорости снаряда до взрыва; $v_1$ — модуль скорости осколка, летящего вперёд; $v_2$ — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим $v_0$ из первого уравнения: $v_0 = \frac{1}{2}(v_1 - v_2)$ — и подставим во второе уравнение.

3. Получим: $m = \frac{8\Delta E}{(v_1 + v_2)^2} = \frac{8 \cdot 600 \cdot 10^3}{(900 + 100)^2} = 4{,}8$ кг.

**Ответ:** $m = 4{,}8$ кг.

## Вариант 3

**24** **Возможное решение**

1. Стрелка и стержень электрометра, соединённые с нижней пластиной, но изолированные от корпуса, заряжаются положительно, и стрелка отклоняется на некоторый угол.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Благодаря заземлению в верхней пластине и металлическом корпусе электрометра происходит перераспределение свободных электронов таким образом, что верхняя пластина заряжается отрицательно. Заряды перераспределяются до тех пор, пока корпус электрометра и верхняя пластина не станут эквипотенциальной поверхностью с одним потенциалом, а стрелка и нижняя пластина — эквипотенциальной поверхностью с другим потенциалом.

2. Заряды пластин одинаковы по модулю и противоположны по знаку, пластины образуют конденсатор с ёмкостью $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$, где $S$ — площадь перекрытия пластин, $d$ — расстояние между ними, $\varepsilon$ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика между пластинами.

Характер изменения угла отклонения стрелки совпадает с изменением разности потенциалов между пластинами: при увеличении разности потенциалов увеличивается угол отклонения, при уменьшении разности потенциалов угол уменьшается.

3. При уменьшении расстояния $d$ между пластинами ёмкость конденсатора увеличивается, заряд конденсатора практически не меняется, так как его ёмкость много больше ёмкости системы «корпус + стрелка электрометра», а нижняя пластина вместе со стержнем и стрелкой электрометра образуют изолированную систему заряженных тел. Поэтому разность потенциалов $\Delta\varphi = \frac{q}{C}$ уменьшается, и угол отклонения стрелки электрометра уменьшается.

**25** **Возможное решение**

Скорость тела определяется изменением его координаты с течением времени. Анализируя график зависимости координаты автомобиля от времени $x(t)$, видим, что в промежутке от 2 до 3 мин его координата изменяется линейно и быстрее всего. Следовательно, в этот промежуток времени автомобиль движется равномерно с максимальной скоростью. Определим модуль максимальной скорости автомобиля:

$$\upsilon_{max} = \frac{x(3) - x(2)}{\Delta t} = \frac{900 - 300}{60} = 10 \text{ м/с}.$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия автомобиля равна

$$E_{kmax} = \frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = \frac{2500 \cdot 10^2}{2} = 125 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 125 \text{ кДж}.$$

**Ответ:** $E_{kmax} = 125$ кДж.

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для рассеивающей линзы: $-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы. В формуле учтено, что изображение предмета — мнимое.

Из условия задачи следует, что $\frac{d}{f} = 4$. Проведя преобразования, для модуля фокуса линзы получим:

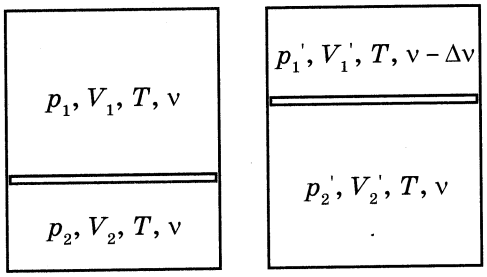
$$|F| = \frac{4f}{3} = \frac{4 \cdot 9}{3} = 12 \text{ см}.$$

**Ответ:** $|F| = 12$ см.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**27** **Возможное решение**




1. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для газа в верхней и нижней частях сосуда в начальном равновесном состоянии: $p_1V_1 = \nu RT$, $p_2V_2 = \nu RT$, где $p_1$, $p_2$ — давление воздуха в верхней и нижней частях сосуда, $V_1$, $V_2$ — объёмы верхней и нижней частей сосуда.

2. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для газа в верхней и нижней частях сосуда после откачки воздуха: $p_1'V_1' = (\nu - \Delta\nu)RT$, $p_2'V_2' = \nu RT$, где $p_1'$, $p_2'$ — давление воздуха в верхней и нижней частях сосуда, $V_1'$, $V_2'$ — объёмы верхней и нижней частей сосуда.

3. Условие механического равновесия поршня в начальном состоянии: $p_2 - p_1 = \dfrac{Mg}{S}$, а после откачки воздуха: $p_2' - p_1' = \dfrac{Mg}{S}$, где $M$ — масса поршня, $S$ — площадь его горизонтального сечения.

4. Из условия задачи: $V = V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$,

$$\frac{V_1}{V_2} = 2;\ \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{2}{3} \Rightarrow V_2 = \frac{V}{3},\ V_1 = \frac{2V}{3},\ V_1' = \frac{2V}{5},\ V_2' = \frac{3V}{5},$$

где $V$ — объём всего сосуда.

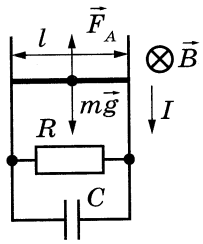
5. После объединения записанных выше выражений получим уравнение:

$$\frac{3\nu RT}{V} - \frac{3\nu RT}{2V} = \frac{5\nu RT}{3V} - \frac{5(\nu - \Delta\nu)RT}{2V},$$

откуда получим: $\Delta\nu = \dfrac{14}{15}\nu = \dfrac{14 \cdot 1}{15} \approx 0{,}93$ моль.

**Ответ:** $\Delta\nu \approx 0{,}93$ моль.

**28** **Возможное решение**




1. Напряжение $U$ на конденсаторе равно ЭДС индукции $\mathscr{E}$ в проводнике, которая пропорциональна скорости движения проводника. Заряд конденсатора $q = CU$.

2. При движении проводника на него действуют две силы (силой трения пренебрегаем): сила тяжести $mg$ и сила Ампера $F_A = IBl$ ($I$ — сила тока в цепи), которая направлена против движения проводника (см. рисунок). Проводник движется равномерно. Согласно второму закону Ньютона при этом сила тяжести и сила Ампера компенсируют друг друга:

$$mg = IBl.$$

3. Напряжение на резисторе равно напряжению на конденсаторе, так как они соединены параллельно. Согласно закону Ома для участка цепи сила тока через резистор $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{q}{CR}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

4. Подставляя выражение для силы тока в п. 2, получаем выражение для искомого сопротивления проводника:

$$R = \frac{qBl}{Cmg} = \frac{10^{-6} \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}1}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}025 \cdot 10} = 0{,}01 \text{ Ом}.$$

**Ответ:** $R = 0{,}01$ Ом.

**29** **Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $hc = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}$, где $E_{\text{к}}$ — максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, $A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_0}$. Фототок прекращается, когда $E_{\text{к}} = eU$, где $U$ — напряжение между электродами, или напряжение на конденсаторе. Заряд конденсатора $q = CU$.

В результате получаем:

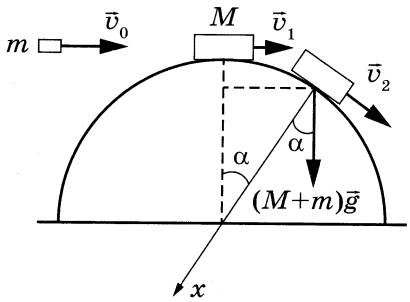
$$\nu = \frac{c}{\lambda_0} + \frac{eq}{Ch} = \frac{3 \cdot 10^8}{450 \cdot 10^{-9}} + \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-9}}{4000 \cdot 10^{-12} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34}} = 10^{15} \text{ Гц}.$$

**Ответ:** $\nu = 10^{15}$ Гц.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Тела можно считать материальными точками, так как их размеры пренебрежимо малы в условиях задачи.




2. При соударении для системы «пуля — тело» в ИСО выполняется закон сохранения импульса в проекциях на горизонтальную ось, так как внешние силы (сила тяжести и сила реакции опоры) вертикальны.

3. При движении составного тела от вершины полусферы выполняется закон сохранения механической энергии, так как полусфера гладкая, и работа силы реакции опоры равна нулю (эта сила перпендикулярна скорости тела).

4. В момент отрыва обращается в нуль сила реакции опоры $\vec{N}$.

5. Второй закон Ньютона выполняется в ИСО для модели материальной точки.

**Решение**

1. Закон сохранения импульса связывает скорость пули перед ударом со скоростью составного тела массой $m + M$ сразу после удара: $mv_0 = (m + M)v_1$.

Закон сохранения механической энергии связывает скорость составного тела сразу после удара с его скоростью в момент отрыва от полусферы:

$$\frac{(m + M)v_1^2}{2} + (m + M)gR = \frac{(m + M)v_2^2}{2} + (m + M)gR\cos\alpha,$$

где $v_2$ — скорость составного тела в момент отрыва; $h = R\cos\alpha$ — высота точки отрыва (см. рисунок).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Второй закон Ньютона в проекциях на ось x (направленную в центр полусферы), в момент отрыва тела принимает вид:

$$(m+M)g\cos\alpha = \frac{(m+M)v_2^2}{R}.$$

3. Объединяя уравнения, получим: $\frac{v_1^2}{2} + gR = \frac{3}{2}gh.$

Отсюда $h = \frac{1}{3g}\cdot\left(\frac{mv_0}{M+m}\right)^2 + \frac{2}{3}R = \frac{1}{3\cdot 10}\cdot\left(\frac{0{,}01\cdot 200}{0{,}99+0{,}01}\right)^2 + \frac{2}{3}\cdot 1 = 0{,}8$ м.

**Ответ:** $h = 0{,}8$ м.

## Вариант 4

**24** **Возможное решение**

1. Стрелка и стержень электрометра, соединённые с нижней пластиной, но изолированные от корпуса, заряжаются положительно, и стрелка отклоняется на некоторый угол.

Благодаря заземлению в верхней пластине и металлическом корпусе электрометра происходит перераспределение свободных электронов таким образом, что верхняя пластина заряжается отрицательно. Заряды перераспределяются до тех пор, пока корпус электрометра и верхняя пластина не станут эквипотенциальной поверхностью с одним потенциалом, а стрелка и нижняя пластина — эквипотенциальной поверхностью с другим потенциалом.

2. Заряды пластин одинаковы по модулю и противоположны по знаку, пластины образуют конденсатор с ёмкостью $C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S}{d}$, где $S$ — площадь перекрытия пластин, $d$ — расстояние между ними, $\varepsilon$ — диэлектрическая проницаемость диэлектрика между пластинами.

Характер изменения угла отклонения стрелки совпадает с изменением разности потенциалов между пластинами: при увеличении разности потенциалов увеличивается угол отклонения, при уменьшении разности потенциалов угол уменьшается.

3. При увеличении расстояния $d$ между пластинами ёмкость конденсатора уменьшается, заряд конденсатора практически не меняется, так как его ёмкость много больше ёмкости системы «корпус + стрелка электрометра», а нижняя пластина вместе со стержнем и стрелкой электрометра образуют изолированную систему заряженных тел. Поэтому разность потенциалов $\Delta\varphi = \frac{q}{C}$ увеличивается и угол отклонения стрелки электрометра увеличивается.

**25** **Возможное решение**

Скорость тела определяется изменением его координаты с течением времени. Анализируя график зависимости координаты автомобиля от времени $x(t)$, видим, что в промежутке от 4 до 5 мин его координата изменяется линейно и быстрее всего. Следовательно, в этот промежуток времени автомобиль движется равномер-

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

но с максимальной скоростью. Определим модуль максимальной скорости автомобиля:

$$\upsilon_{max} = \frac{|x(5) - x(4)|}{\Delta t} = \frac{|300 - 900|}{60} = 10 \text{ м/с}.$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия автомобиля равна

$$E_{kmax} = \frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = \frac{1700 \cdot 10^2}{2} = 85 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 85 \text{ кДж}.$$

**Ответ:** $E_{kmax} = 85$ кДж.

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для рассеивающей линзы: $-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы. В формуле учтено, что изображение предмета — мнимое. Из условия задачи следует, что $\frac{d}{f} = 5$.

Проведя преобразования, для модуля фокуса линзы получим: $|F| = \frac{d}{4} = \frac{20}{4} = 5$ см.

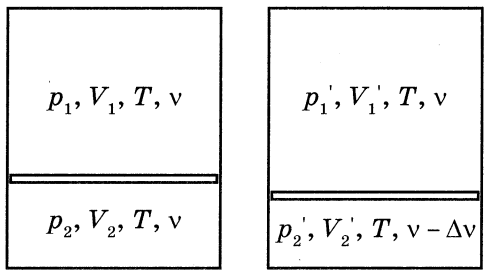
**Ответ:** $|F| = 5$ см.

**27** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для газа в верхней и нижней частях сосуда в начальном равновесном состоянии:

$$p_1V_1 = \nu RT, \; p_2V_2 = \nu RT,$$

где $p_1$, $p_2$ — давление воздуха в верхней и нижней частях сосуда, $V_1, V_2$ — объёмы верхней и нижней частей сосуда.




2. Запишем уравнение Менделеева — Клапейрона для газа в верхней и нижней частях сосуда после откачки воздуха:

$$p_1'V_1' = \nu RT, \; p_2'V_2' = (\nu - \Delta\nu)RT,$$

где $p_1'$, $p_2'$ – давление воздуха в верхней и нижней частях сосуда, $V_1'$, $V_2'$ — объёмы верхней и нижней частей сосуда.

3. Условие механического равновесия поршня в начальном состоянии: $p_2 - p_1 = \frac{Mg}{S}$, — а после откачки воздуха: $p_2' - p_1' = \frac{Mg}{S}$, где $M$ — масса поршня, $S$ — площадь его горизонтального сечения.

4. Из условия задачи: $V = V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$,

$$\frac{V_1}{V_2} = 2; \; \frac{V_1'}{V_2'} = 3 \Rightarrow V_2 = \frac{V}{3}, \; V_1 = \frac{2V}{3}, \; V_2' = \frac{V}{4}, \; V_1' = \frac{3V}{4},$$

где $V$ — объём всего сосуда.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

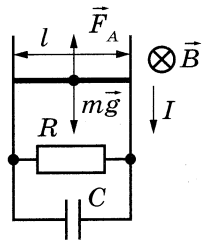
5. После объединения записанных выше выражений получим уравнение:

$$\frac{3\nu RT}{V} - \frac{3\nu RT}{2V} = \frac{4(\nu - \Delta\nu)RT}{V} - \frac{4\nu RT}{3V},$$

откуда получим: $\Delta\nu = \frac{7\nu}{24} = \frac{7 \cdot 1}{24} \approx 0{,}29$ моль.

**Ответ:** $\Delta\nu \approx 0{,}29$ моль.

**28** **Возможное решение**




1. Напряжение $U$ на конденсаторе равно ЭДС индукции $\mathscr{E}$ в проводнике, которая пропорциональна скорости движения проводника. Заряд конденсатора $q = CU$.

2. При движении проводника на него действуют две силы (силой трения пренебрегаем): сила тяжести $mg$ и сила Ампера $F_A = IBl$ ($I$ — сила тока в цепи), которая направлена против движения проводника (см. рисунок). Проводник движется равномерно. Согласно второму закону Ньютона при этом сила тяжести и сила Ампера компенсируют друг друга:

$$mg = IBl.$$

3. Напряжение на резисторе равно напряжению на конденсаторе, так как они соединены параллельно. Согласно закону Ома для участка цепи сила тока через резистор $I = \frac{U}{R} = \frac{q}{CR}$.

4. Подставляя выражение для силы тока в п. 2, получаем выражение для искомой электроёмкости конденсатора:

$$C = \frac{qBl}{Rmg} = \frac{10^{-6} \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}1}{0{,}02 \cdot 0{,}025 \cdot 10} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 10 \text{ мкФ}.$$

**Ответ:** $C = 10$ мкФ.

**29** **Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + E_{k\max}$.

Фототок прекращается, когда $E_{k\max} = eU$, где $U$ — напряжение между электродами, равное напряжению на конденсаторе. Заряд конденсатора $q = CU$.

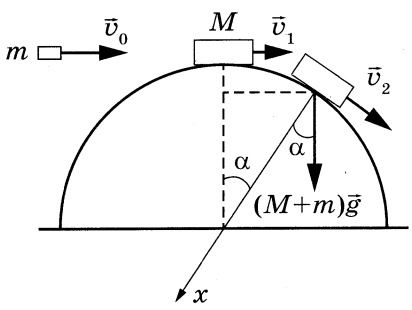
В результате получаем:

$$q = \frac{Chc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{кр}}\right) = \frac{4000 \cdot 10^{-12} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \cdot \left(\frac{1}{300 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{450 \cdot 10^{-9}}\right) = 5{,}5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

**Ответ:** $q = 5{,}5$ нКл.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**




1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Тела можно считать материальными точками, так как их размеры пренебрежимо малы в условиях задачи.

2. При соударении для системы «пуля — тело» в ИСО выполняется закон сохранения импульса

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

в проекциях на горизонтальную ось, так как внешние силы (сила тяжести и сила реакции опоры) вертикальны.

3. При движении составного тела от вершины полусферы выполняется закон сохранения механической энергии, так как полусфера гладкая, и работа силы реакции опоры равна нулю (эта сила перпендикулярна скорости тела).

4. В момент отрыва обращается в нуль сила реакции опоры $\vec{N}$.

5. Второй закон Ньютона выполняется в ИСО для модели материальной точки.

**Решение**

1. Закон сохранения импульса связывает скорость пули перед ударом со скоростью составного тела массой $m+M$ сразу после удара: $mv_0 = (m+M)v_1$.

Закон сохранения механической энергии связывает скорость составного тела сразу после удара с его скоростью в момент отрыва от полусферы:

$$\frac{(m+M)v_1^2}{2} + (m+M)gR = \frac{(m+M)v_2^2}{2} + (m+M)gR\cos\alpha,$$

где $v_2$ — скорость составного тела в момент отрыва; $h = R\cos\alpha$ — высота точки отрыва (см. рисунок).

2. Второй закон Ньютона в проекциях на ось $x$ (направленную в центр полусферы) в момент отрыва тела принимает вид: $(m+M)g\cos\alpha = \dfrac{(m+M)v_2^2}{R}$.

3. Объединяя уравнения, получим: $\dfrac{v_1^2}{2} + gR = \dfrac{3}{2}gh$.

Отсюда $R = \dfrac{3}{2}h - \dfrac{1}{2g}\cdot\left(\dfrac{mv_0}{M+m}\right)^2 = \dfrac{3}{2}\cdot 1 - \dfrac{1}{2\cdot 10}\cdot\left(\dfrac{0{,}01\cdot 200}{0{,}99+0{,}01}\right)^2 = 1{,}3$ м.

**Ответ:** $R = 1{,}3$ м.

## Вариант 5

**24** **Возможное решение**

1. По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка вправо сопротивление реостата $R_2$ увеличивается, что ведёт к увеличению сопротивления $R$ всей внешней цепи: $R = \dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$.

2. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр уменьшается: $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r+R}$ (знаменатель дроби растёт, а числитель остаётся неизменным). Напряжение, измеряемое вольтметром, при этом растёт: $U = IR = \mathscr{E} - Ir$.

3. Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, растёт, а сила тока через амперметр уменьшается.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** **Возможное решение**

В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии тележки: $\frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$, где $k$ — жёсткость пружины, $A$ — амплитуда колебаний тележки, $m$ — масса тележки, $v$ — максимальная скорость тележки.

В итоге получим: $A = v\sqrt{\frac{m}{k}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{0{,}5}{200}} = 0{,}15$ м.

**Ответ:** $A = 0{,}15$ м.

**26** **Возможное решение**

Мощность импульса $P = \frac{N \cdot E}{t}$, где $N$ — число излучённых фотонов, $E = h\frac{c}{\lambda}$ — энергия одного фотона, $t$ — длительность импульса.

Получаем: $t = \frac{NE}{P} = \frac{Nhc}{\lambda P} = \frac{10^{19} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9} \cdot 1{,}1 \cdot 10^3} = 3 \cdot 10^{-3}$ с.

**Ответ:** $t$ = 3 мс.

**27** **Возможное решение**

1. Водяной пар в воздухе до момента конденсации является разреженным газом и описывается уравнением Менделеева — Клапейрона: $pV = \frac{m}{M}RT$, где $p$ — парциальное давление пара, $m$ — масса пара в рассматриваемом объёме $V$, $T$ — абсолютная температура, а $M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная массы воды. При комнатной температуре $T_1$ и парциальном давлении $p_1$ в выделенном объёме $V$ содержится $m_1 = M\frac{p_1 V}{RT_1}$ водяного пара, а в выдыхаемом воздухе при температуре $T_2$ и парциальном давлении $p_2$ содержится $m_2 = M\frac{p_2 V}{RT_2}$.

2. Масса испарённой воды в этом объёме:

$$m = m_2 - m_1 = M\frac{p_2 V}{RT_2} - M\frac{p_1 V}{RT_1} = \frac{MV}{R}\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right).$$

При $t_1 = 17$ °C $\left(T_1 = 273 + 17 = 290\text{ К}\right)$ и относительной влажности 40 % парциальное давление водяного пара $p_1 = 0{,}6p_{н1} = 0{,}6 \cdot 1{,}94 \cdot 10^3$ Па = 1164 Па, а при $t_2 = 34$ °C $\left(T_2 = 273 + 34 = 307\text{ К}\right)$ и относительной влажности 100 % парциальное давление водяного пара $p_2 = p_{н2} = 5320$ Па.

Здесь $p_{н1} = 1{,}94 \cdot 10^3$ Па — давление насыщенного водяного пара при $t_1 = 17$ °C, а $p_{н2} = 5320$ Па — давление насыщенного водяного пара при $t_2 = 34$ °C.

3. Через лёгкие за 1 мин проходит 15 л воздуха, а за 20 мин — 300 л, т. е. $V = 0{,}3$ м$^3$. Подставляя значения физических величин, получим количество потерянной за час воды:

$$m = \frac{MV}{R}\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right) = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}3}{8{,}31} \cdot \left(\frac{5320}{307} - \frac{1164}{290}\right) \approx 8{,}65 \cdot 10^{-3}\text{ кг} = 8{,}65\text{ г}.$$

**Ответ:** $m \approx 8{,}65$ г.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

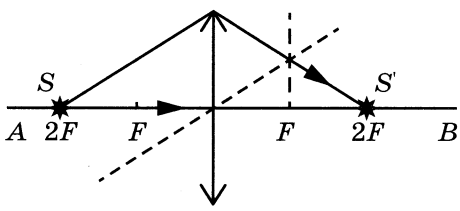
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

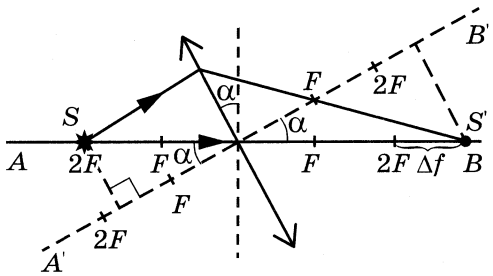
**28** **Возможное решение**

Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ определяется силой $F = qE$, действующей со стороны электрического поля. По второму закону Ньютона $qE = m\frac{v^2}{R}$, где $q$, $m$ и $v$ — соответственно заряд, масса и скорость иона, $E$ — напряжённость электрического поля. Отсюда: $R = m\frac{v^2}{qE}$. Если заряд иона $q$ увеличивается в 2 раза, то для сохранения прежнего значения радиуса траектории при прежней скорости напряжённость поля нужно уменьшить в 2 раза. Поскольку напряжённость электрического поля $E$ прямо пропорциональна напряжению между обкладками конденсатора: $U = Ed$ ($d$ — расстояние между обкладками конденсатора), — то напряжение $U$ нужно уменьшить в 2 раза.

**Ответ:** уменьшить в 2 раза.

**29** **Возможное решение**




1. По формуле тонкой линзы определим первоначальное положение изображения источника на главной оптической оси: $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d - F}$. В нашем случае $d = 2F$, поэтому $f = 2F$.

2. Определим расстояние $d'$ от источника до плоскости линзы после поворота линзы: $d' = d\cos\alpha$, а также $f'$ расстояние от изображения источника до плоскости линзы после поворота: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f'}$. Здесь, $f' = (f + \Delta f)\cos\alpha$, где $\Delta f$ — смещение изображения источника вдоль исходной главной оптической оси $AB$.

3. Получим конечное выражение в аналитическом и числовом видах:

$$\Delta f = \frac{F(d+f) - fd\cos\alpha}{d\cos\alpha - F} = \frac{F(d+2F) - 2Fd\cos\alpha}{d\cos\alpha - F} =$$

$$= \frac{0{,}2 \cdot (0{,}4 + 2 \cdot 0{,}2) - 2 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}866}{0{,}4 \cdot 0{,}866 - 0{,}2} \approx 0{,}15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $\Delta f \approx 0{,}15$ м.

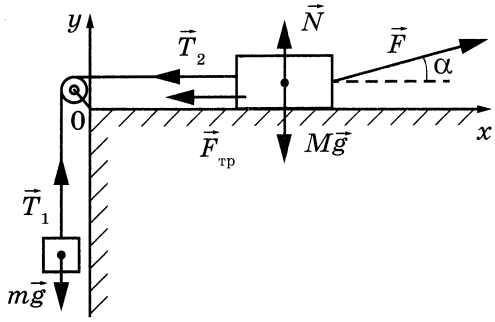
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и о воздух пренебрежём; блок будем считать невесомым.




На рисунке показаны силы, действующие на брусок и груз.

2. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и груза равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a. \qquad (1)$$

3. Так как блок и нить невесомы и трения в блоке нет, то силы натяжения нити, действующие на груз и брусок, одинаковы по модулю:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \qquad (2)$$

**Решение**

1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ выбранной системы координат. Учитывая (1) и (2), получим: $F\cos\alpha - T - F_{тр} = Ma$, $N + F\sin\alpha = Mg$, $T - mg = ma$.

Сила трения, действующая на брусок, $F_{тр} = \mu N$.

Решая полученную систему уравнений, найдём ускорение тел:

$$a = \frac{F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - mg - \mu Mg}{M + m}.$$

2. Так как начальная скорость груза была равна нулю, $L = \frac{v^2}{2a}$.

3. Окончательно получим:

$$v = \sqrt{2aL} = \sqrt{2L\left(\frac{F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - mg - \mu Mg}{M + m}\right)} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 0{,}32 \cdot \left(\frac{9 \cdot (\sqrt{3}/2 + 0{,}3 \cdot 0{,}5) - 0{,}5 \cdot 10 - 0{,}3 \cdot 1 \cdot 10}{1 + 0{,}5}\right)} \approx 0{,}7 \text{ м / с}.$$

**Ответ:** $v \approx 0{,}7$ м/с.

## Вариант 6

**24** **Возможное решение**

1. По условию задачи сопротивлением амперметра можно пренебречь, а сопротивление вольтметра бесконечно велико. При перемещении движка влево сопротивление реостата $R_2$ уменьшается, что ведёт к уменьшению сопротивления $R$ всей внешней цепи: $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. В соответствии с законом Ома для полной цепи сила тока через амперметр увеличивается: $I = \frac{\mathscr{E}}{r+R}$ (знаменатель дроби уменьшается, а числитель остаётся неизменным). Напряжение, измеряемое вольтметром, при этом уменьшается: $U = IR = \mathscr{E} - Ir$.

3. Ответ: напряжение, измеренное вольтметром, уменьшается, а сила тока через амперметр увеличивается.

**25** **Возможное решение**

В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии тележки:
$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$, где $k$ — жёсткость пружины, $A$ — амплитуда колебаний тележки, $m$ — масса тележки, $v$ — максимальная скорость тележки.

В итоге получим: $v = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0{,}1\sqrt{\frac{200}{2}} = 1$ м/с.

**Ответ:** $v = 1$ м/с.

**26** **Возможное решение**

Мощность импульса $P = \frac{N \cdot E}{t}$, где $N$ — число излучённых фотонов, $E = h\frac{c}{\lambda}$ — энергия одного фотона, $t$ — длительность импульса.

Получаем: $P = \frac{NE}{t} = \frac{Nhc}{\lambda t} = \frac{10^{19} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9} \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 165$ Вт.

**Ответ:** $P = 165$ Вт.

**27** **Возможное решение**

1. Водяной пар в воздухе до момента конденсации является разреженным газом и описывается уравнением Менделеева — Клапейрона: $pV = \frac{m}{M}RT$, где $p$ — парциальное давление пара, $m$ — масса пара в рассматриваемом объёме $V$, $T$ — абсолютная температура, а $M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная массы воды. При комнатной температуре $T_1$ и парциальном давлении $p_1$ в выделенном объёме $V$ содержится $m_1 = M\frac{p_1 V}{RT_1}$ водяного пара, а в выдыхаемом воздухе при температуре $T_2$ и парциальном давлении $p_2$ содержится $m_2 = M\frac{p_2 V}{RT_2}$.

2. Масса испарённой воды в этом объёме:

$$m = m_2 - m_1 = M\frac{p_2 V}{RT_2} - M\frac{p_1 V}{RT_1} = \frac{MV}{R}\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right).$$

При $t_1 = 20$ °C $\left(T_1 = 273 + 20 = 293 \text{ К}\right)$ и относительной влажности 40 % парциальное давление водяного пара $p_1 = 0{,}4p_{н1} = 0{,}4 \cdot 2{,}34 \cdot 10^3$ Па = 936 Па, а при $t_2 = 34$ °C $\left(T_2 = 273 + 34 = 307 \text{ К}\right)$ и относительной влажности 100 % парциальное давление водяного пара $p_2 = p_{н2} = 5320$ Па.

Здесь $p_{н1} = 2{,}34 \cdot 10^3$ Па — давление насыщенного водяного пара при $t_1 = 20$ °C, а $p_{н2} = 5320$ Па — давление насыщенного водяного пара при $t_2 = 34$ °C.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Через лёгкие за 1 мин проходит 15 л воздуха, а за 1 ч — 900 л, т. е. $V = 0{,}9$ м$^3$. Подставляя значения физических величин, получим количество потерянной за час воды:

$$m = \frac{MV}{R}\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1}\right) = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}9}{8{,}31} \cdot \left(\frac{5320}{307} - \frac{936}{293}\right) \approx 27{,}6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 27{,}6 \text{ г}.$$

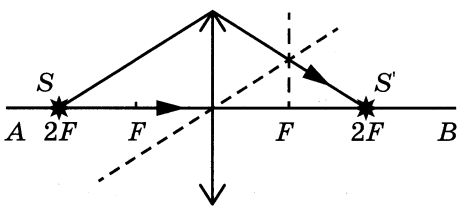
**Ответ:** $m \approx 27{,}6$ г.

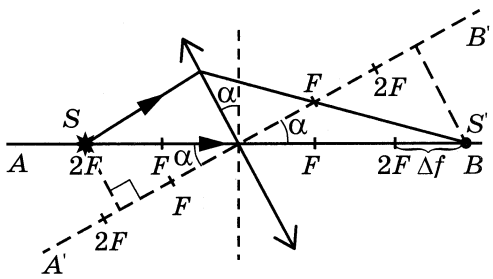
**28** **Возможное решение**

Центростремительное ускорение иона в конденсаторе $a = \frac{v^2}{R}$ определяется силой $F = qE$, действующей со стороны электрического поля. По второму закону Ньютона $qE = m\frac{v^2}{R}$, где $q$, $m$ и $v$ — соответственно заряд, масса и скорость иона, $E$ — напряжённость электрического поля. Напряжённость электрического поля $E$ прямо пропорциональна напряжению между обкладками конденсатора: $U = Ed$ ($d$ — расстояние между обкладками конденсатора). Отсюда: $R = m\frac{v^2}{qE} = m\frac{mv^2d}{qU}$. Если заряд иона $q$ увеличивается в 2 раза, то для сохранения прежнего значения радиуса траектории при прежнем напряжении на обкладках конденсатора скорость движения частиц нужно увеличить в $\sqrt{2}$ раз.

**Ответ:** увеличить в $\sqrt{2}$ раз.

**29** **Возможное решение**




1. По формуле тонкой линзы определим первоначальное положение изображения источника на главной оптической оси: $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d - F}$. В нашем случае $d = 2F$, поэтому $f = 2F$.

2. Определим расстояние $d'$ от источника до плоскости линзы после поворота линзы: $d' = d\cos\alpha$, — а также $f'$ расстояние от изображения источника до плоскости линзы после поворота: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{f'}$. Здесь, $f' = (f + \Delta f)\cos\alpha$, где $\Delta f$ — смещение изображения источника вдоль исходной главной оптической оси $AB$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Получим конечное выражение в аналитическом и числовом видах:

$$\cos\alpha = \frac{F(d+f+\Delta f)}{d(f+\Delta f)} = \frac{F(d+2F+\Delta f)}{d(2F+\Delta f)} = \frac{0{,}2(0{,}4+2\cdot 0{,}2+0{,}1)}{0{,}4(2\cdot 0{,}2+0{,}1)} = 0{,}9,$$

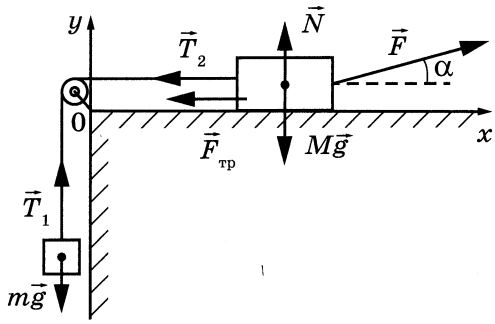
$$\alpha = \arccos(0{,}9).$$

**Ответ:** $\alpha = \arccos(0{,}9)$.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и о воздух пренебрежём; блок будем считать невесомым.




На рисунке показаны силы, действующие на брусок и груз.

2. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и груза равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a. \qquad (1)$$

3. Так как блок и нить невесомы и трения в блоке нет, то силы натяжения нити, действующие на груз и брусок, одинаковы по модулю:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \qquad (2)$$

**Решение**

1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ выбранной системы координат. Учитывая (1) и (2), получим: $F\cos\alpha - T - F_{тр} = Ma$, $N + F\sin\alpha = Mg$, $T - mg = ma$.

Сила трения, действующая на брусок, $F_{тр} = \mu N$.

Решая полученную систему уравнений, найдём ускорение тел:

$$a = \frac{F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha) - mg - \mu Mg}{M+m}.$$

2. Так как начальная скорость груза была равна нулю, $L = \frac{at^2}{2}$.

3. Окончательно получим:

$$t = \sqrt{\frac{2L}{a}} = \sqrt{2L\left(\frac{M+m}{F(\cos\alpha+\mu\sin\alpha) - mg - \mu Mg}\right)} =$$

$$= \sqrt{2\cdot 0{,}32\cdot\left(\frac{1+0{,}5}{9\cdot(\sqrt{3}/2+0{,}3\cdot 0{,}5) - 0{,}5\cdot 10 - 0{,}3\cdot 1\cdot 10}\right)} \approx 0{,}92\text{ с}.$$

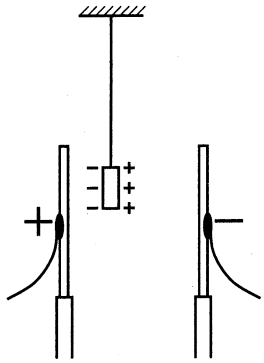
**Ответ:** $t \approx 0{,}92$ с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 7

**24** **Возможное решение**



1. Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов в гильзе: левая сторона будет иметь отрицательный заряд, а правая сторона — положительный (см. рисунок).

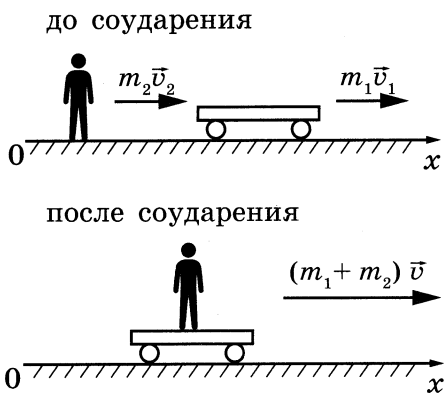
Сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому притяжение к пластинам ближних к ним сторон гильзы будет больше отталкивания противоположных сторон гильзы. Гильза первоначально находится ближе к левой, положительно заряженной пластине. Поэтому согласно второму закону Ньютона равнодействующая сил Кулона, действующих на гильзу, будет направлена в сторону положительно заряженной пластины и гильза будет двигаться к этой пластине, пока не коснётся её.

2. В момент касания пластины гильза приобретёт заряд того же знака, какой имеется у пластины, оттолкнётся от неё и будет двигаться к противоположной пластине. Так как нить достаточно длинная, то гильза на нити дойдёт до противоположной пластины. Коснувшись противоположной пластины, гильза поменяет знак заряда, вернётся к первой пластине, и такое движение будет периодически повторяться.

3. Ответ: гильза начнёт двигаться влево, после касания пластины станет двигаться вправо, затем — опять влево. Начнутся колебания гильзы между пластинами.

**25** **Возможное решение**

1. Для системы тел «мальчик — тележка» в системе отсчёта «дорога» запишем закон сохранения импульса (см. рисунок) для неупругого столкновения в проекциях на горизонтальную ось, направленную вдоль движения тележки: $m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = (m_1 + m_2)\upsilon$, где $\upsilon$ — скорость тележки с мальчиком после того, как он запрыгнет на тележку.




2. Отсюда

$$\upsilon_2 = \frac{(m_1 + m_2)\upsilon - m_1\upsilon_1}{m_2} = \frac{(30 + 50)\cdot 3 - 30\cdot 2}{50} = 3{,}6 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $\upsilon_2 = 3{,}6$ м/с.

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для собирающей линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы, $f$ — расстояние от линзы до изображения. Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

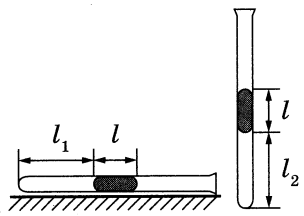
Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим:

$$d = \frac{f}{Df - 1} = \frac{0{,}12}{15 \cdot 0{,}12 - 1} = 0{,}15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $d = 0{,}15$ м.

**27** **Возможное решение**

1. Относительная влажность воздуха в трубке в первом случае: $\varphi_1 = \frac{p_1}{p_н}$, где $p_1$ — давление водяных паров в трубке, $p_н$ — давление насыщенных водяных паров при той же температуре. Для второго случая относительная влажность воздуха в трубке: $\varphi_2 = \frac{p_2}{p_н}$, где $p_2$ — парциальное давление водяных паров в трубке.




2. Давление влажного воздуха в первом случае равно атмосферному давлению: $p_{1вл} = p_0$, — а во втором случае — $p_{2вл} = p_0 + \rho g l$, где $\rho$ — плотность ртути, а $l$ — длина столбика ртути. Заметим, что $p_0 = \rho g H$, где $H = 760$ мм.

3. Объём влажного воздуха при изменении положения трубки изменился так, как изменились длины столбиков воздуха, запертых ртутью. Считаем влажный воздух идеальным газом. Поэтому по закону Бойля — Мариотта можем записать $\frac{V_2}{V_1} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{p_0}{p_0 + \rho g l}$.

4. Из уравнения Менделеева — Клапейрона следует, что $p = \frac{\nu RT}{V}$, $p_{вл} = \frac{(\nu + \nu_{св})RT}{V}$, где $p$ — парциальное давление водяного пара, $p_{вл}$ — давление влажного воздуха, $\nu$ — количество моль водяного пара в трубке, $\nu_{св}$ — количество моль сухого воздуха в трубке.

Отсюда следует, что $\frac{p}{p_{вл}} = \frac{\nu}{\nu + \nu_{св}} = \text{const}$.

Поэтому $\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_{1вл}}{p_{2вл}}$, и для изотермического процесса для парциальных давлений водяного пара имеем:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0}{p_0 + \rho g l}.$$

5. После объединения записанных выше уравнений получим выражение для относительной влажности воздуха во втором случае:

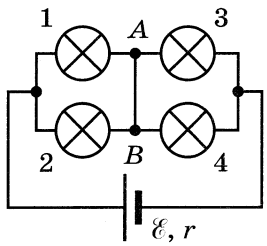
$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{p_0 + \rho g l}{p_0} = \varphi_1 \cdot \frac{\rho g H + \rho g l}{\rho g H} = \varphi_1 \frac{H + l}{H} = 60 \cdot \frac{760 + 100}{760} \approx 68\,\%.$$

**Ответ:** $\varphi_2 \approx 68$ %.

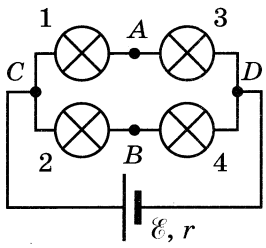
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**




1. Так как сопротивление всех ламп одинаково, то $\varphi_A = \varphi_B$ (см. рисунок). Между точками равного потенциала ток не течёт, и участок $AB$ можно исключить из схемы.




2. Из эквивалентной схемы видно, что сопротивление внешней цепи $R_0 = \dfrac{4R^2}{2R + 2R} = R$.

3. По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в схеме, $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r}$.

4. По закону Ома для участка цепи ток, текущий по цепи из ламп 1 и 3, $I_{13} = U_{CD} / (2R)$. Аналогично ток, текущий по цепи из ламп 2 и 4, $I_{24} = U_{CD} / (2R)$. Таким образом, $I_{13} = I_{24} = I / 2$.

5. По закону Джоуля — Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 2,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R = \frac{\mathscr{E}^2 R}{4(R + r)^2} = \frac{12\,100 \cdot 20}{4 \cdot 484} = 125 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P = 125$ Вт.

**29** **Возможное решение**

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}. \qquad (1)$$

В электрическом поле на электрон действует сила, направление которой противоположно направлению вектора напряжённости поля. Поэтому в нашем случае фотоэлектроны будут ускоряться полем. В точке измерения их максимальная кинетическая энергия

$$\mathscr{E} = \frac{mv^2}{2} + eU, \qquad (2)$$

где $U$ — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от неё.

Поскольку поле однородное и вектор $\vec{E}$ перпендикулярен пластине, то $U = EL$. (3)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), находим: $h\nu = A + \mathscr{E} - eEL$.

Отсюда: $\mathscr{E} = h\nu - A + eEL = \dfrac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{15}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} - 3{,}7 + \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 130 \cdot 0{,}1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 15{,}9$ эВ.

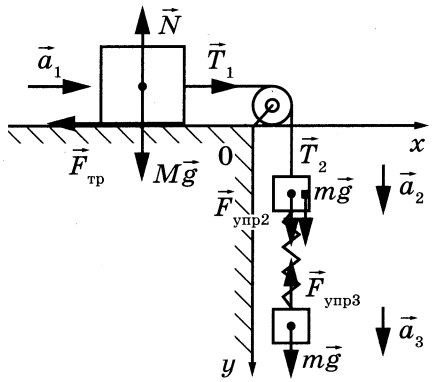
**Ответ:** $\mathscr{E} = 15{,}9$ эВ.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**




Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола. Будем применять для грузов и бруска законы Ньютона, справедливые для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и трением о воздух, а также массой блока пренебрежём.

Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения обоих брусков и груза равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}_3| = a. \qquad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на бруски и груз.

Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на груз и верхний брусок, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \qquad (2)$$

Равны по модулю и силы

$$|\vec{F}_{упр2}| = |\vec{F}_{упр3}|, \qquad (3)$$

так как пружина лёгкая.

**Решение**

1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ выбранной системы координат. С учётом (1)–(3) получим:

$$Ox\colon\ Ma = T - F_{тр},$$

$$Oy\colon\ N = Mg,\ ma = mg - T + F_{упр},\ ma = mg - F_{упр}.$$

Сложив эти уравнения, найдём ускорение тел: $a = \dfrac{2mg - F_{тр}}{M + 2m}$.

2. Сила трения $F_{тр} = \mu N = \mu Mg$.

3. Из последнего уравнения в п. 1 получим $F_{упр} = m(g - a) = \dfrac{mMg(1 + \mu)}{M + 2m}$.

По закону Гука $F_{упр} = k\Delta l = k(L - l)$, тогда

$$L = l + \frac{mMg(1 + \mu)}{k(M + 2m)} = 0{,}1 + \frac{0{,}4 \cdot 0{,}8 \cdot 10 \cdot (1 + 0{,}2)}{80 \cdot (0{,}8 + 2 \cdot 0{,}4)} = 0{,}13 \text{ м}.$$

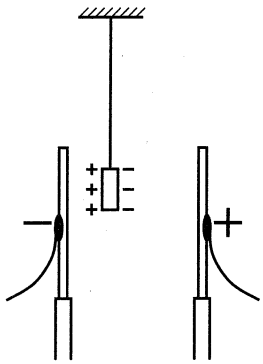
**Ответ:** $L = 0{,}13$ м.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 8

**24** **Возможное решение**



1. Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов в гильзе: левая сторона будет иметь положительный заряд, а правая сторона — отрицательный (см. рисунок).

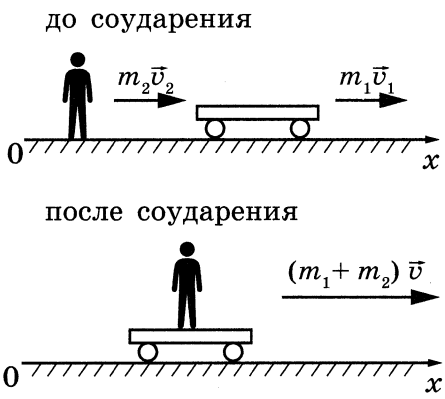
Сила взаимодействия заряженных тел уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому притяжение к пластинам ближних к ним сторон гильзы будет больше отталкивания противоположных сторон гильзы. Гильза первоначально находится ближе к левой, отрицательно заряженной пластине. Поэтому согласно второму закону Ньютона равнодействующая сил Кулона, действующих на гильзу, будет направлена в сторону отрицательно заряженной пластины, и гильза будет двигаться к этой пластине, пока не коснётся её.

2. В момент касания пластины гильза приобретёт заряд того же знака, какой имеется у пластины, оттолкнётся от неё и будет двигаться к противоположной пластине. Так как нить достаточно длинная, то гильза на нити дойдёт до противоположной пластины. Коснувшись противоположной пластины, гильза поменяет знак заряда, вернётся к первой пластине, и такое движение будет периодически повторяться.

3. Ответ: гильза начнёт двигаться влево, после касания пластины станет двигаться вправо, затем — опять влево. Начнутся колебания гильзы между пластинами.

**25** **Возможное решение**

1. Для системы тел «мальчик — тележка» в системе отсчёта «дорога» запишем закон сохранения импульса (см. рисунок) для неупругого столкновения в проекциях на горизонтальную ось, направленную вдоль движения тележки: $m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = (m_1 + m_2)\upsilon$, где $\upsilon$ — скорость тележки с мальчиком после того, как он запрыгнет на тележку.




2. Отсюда

$$\upsilon = \frac{m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2} = \frac{50 \cdot 1 + 50 \cdot 2}{50 + 50} = 1{,}5 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $\upsilon = 1{,}5$ м/с.

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для собирающей линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы, $f$ — расстояние от линзы до изображения. Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

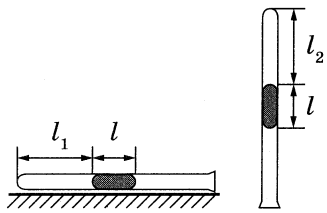
Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим:

$$f = \frac{d}{Dd - 1} = \frac{0{,}25}{5 \cdot 0{,}25 - 1} = 1 \text{ м}.$$

**Ответ:** $f = 1$ м.

**27** **Возможное решение**

1. Относительная влажность воздуха в трубке в первом случае: $\varphi_1 = \frac{p_1}{p_н}$, где $p_1$ — давление водяных паров в трубке, $p_н$ — давление насыщенных водяных паров при той же температуре. Для второго случая относительная влажность воздуха в трубке: $\varphi_2 = \frac{p_2}{p_н}$, где $p_2$ — парциальное давление водяных паров в трубке.




2. Давление влажного воздуха в первом случае равно атмосферному давлению: $p_{1вл} = p_0$, а во втором случае — $p_{2вл} = p_0 - \rho g l$, где $\rho$ — плотность ртути, а $l$ — длина столбика ртути. Заметим, что $p_0 = \rho g H$, где $H = 760$ мм.

3. Объём влажного воздуха при изменении положения трубки изменился так, как изменились длины столбиков воздуха, запертых ртутью. Считаем влажный воздух идеальным газом. Поэтому по закону Бойля — Мариотта можем записать $\frac{V_2}{V_1} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{p_0}{p_0 - \rho g l}$.

4. Из уравнения Менделеева — Клапейрона следует, что $p = \frac{\nu RT}{V}$, $p_{вл} = \frac{(\nu + \nu_{св})RT}{V}$, где $p$ — парциальное давление водяного пара, $p_{вл}$ — давление влажного воздуха, $\nu$ — количество моль водяного пара в трубке, $\nu_{св}$ — количество моль сухого воздуха в трубке.

Отсюда следует, что $\frac{p}{p_{вл}} = \frac{\nu}{\nu + \nu_{св}} = \text{const}$.

Поэтому $\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_{1вл}}{p_{2вл}}$, и для изотермического процесса для парциальных давлений водяного пара имеем:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{p_0}{p_0 - \rho g l}.$$

5. После объединения записанных выше уравнений получим выражение для относительной влажности воздуха во втором случае:

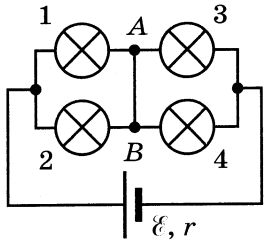
$$\varphi_2 = \varphi_1 \cdot \frac{p_0 - \rho g l}{p_0} = \varphi_1 \cdot \frac{\rho g H - \rho g l}{\rho g H} = \varphi_1 \frac{H - l}{H} = 80 \cdot \frac{760 - 76}{760} = 72\ \%.$$

**Ответ:** $\varphi_2 = 72\ \%$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

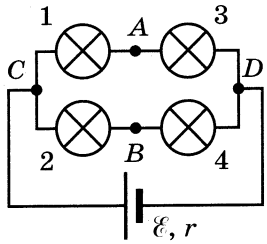
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**




1. Так как сопротивление всех ламп одинаково, то $\varphi_A = \varphi_B$ (см. рисунок). Между точками равного потенциала ток не течёт, и участок $AB$ можно исключить из схемы.

2. Из эквивалентной схемы видно, что сопротивление внешней цепи $R_0 = \dfrac{4R^2}{2R + 2R} = R = 20$ Ом.




3. По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в схеме, $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R + r} = \dfrac{110}{20 + 2} = 5$ А.

4. По закону Джоуля — Ленца полезная мощность, выделяющаяся во внешней цепи, $P_1 = I^2 R_0 = 5^2 \cdot 20 = 500$ Вт.

5. Полная мощность источника равна $P_2 = \mathscr{E} I = 110 \cdot 5 = 550$ Вт.

6. В итоге, КПД источника $\eta = \dfrac{P_1}{P_2} = \dfrac{500}{550} \approx 0{,}91 = 91\,\%$.

**Ответ:** $\eta \approx 0{,}91 = 91\,\%$.

**29** **Возможное решение**

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \qquad (1)$$

В электрическом поле на электрон действует сила, направление которой противоположно направлению вектора напряжённости поля. Поэтому в нашем случае фотоэлектроны будут ускоряться полем. В точке измерения их максимальная кинетическая энергия станет равной

$$\mathscr{E} = \frac{mv^2}{2} + eU, \qquad (2)$$

где $U$ — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от неё.

Поскольку поле однородное и вектор $\vec{E}$ перпендикулярен пластине, то $U = EL$. (3)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), находим:

$$h\nu = A + \mathscr{E} - eEL.$$

Отсюда: $A = h\nu - \mathscr{E} + eEL = \dfrac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{15}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} - 15{,}9 + \dfrac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 130 \cdot 0{,}1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 3{,}7$ эВ.

**Ответ:** $A = 3{,}7$ эВ.

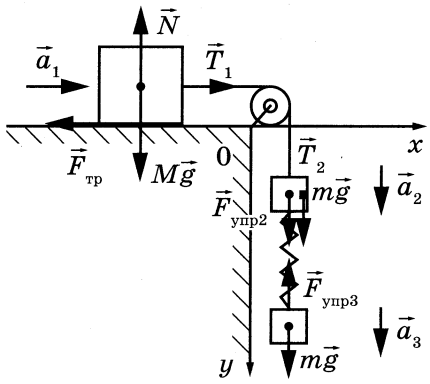
© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола. Будем применять для грузов и бруска законы Ньютона, справедливые для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно. Трением в оси блока и трением о воздух, а также массой блока пренебрежём.




Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения обоих брусков и груза равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}_3| = a. \qquad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на бруски и груз.

Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на груз и верхний брусок, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \qquad (2)$$

Равны по модулю и силы

$$|\vec{F}_{упр2}| = |\vec{F}_{упр3}|, \qquad (3)$$

так как пружина лёгкая.

**Решение**

1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ выбранной системы координат. С учётом (1)–(3) получим:

$$Ox\colon\ Ma = T - F_{тр},$$

$$Oy\colon\ N = Mg,\ ma = mg - T + F_{упр},\ ma = mg - F_{упр}.$$

Сложив эти уравнения, найдём ускорение тел: $a = \dfrac{2mg - F_{тр}}{M + 2m}$.

2. Сила трения $F_{тр} = \mu N = \mu Mg$.

3. Из последнего уравнения в п. 1 получим $F_{упр} = m(g - a) = \dfrac{mMg(1 + \mu)}{M + 2m}$.

По закону Гука $F_{упр} = k\Delta l = k(L - l)$, тогда

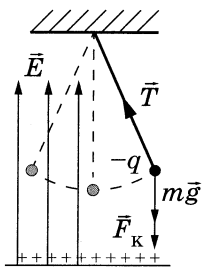
$$k = \frac{mMg(1 + \mu)}{(L - l)(M + 2m)} = \frac{0{,}4 \cdot 0{,}8 \cdot 10 \cdot (1 + 0{,}2)}{(0{,}14 - 0{,}1) \cdot (0{,}8 + 2 \cdot 0{,}4)} = 60 \text{ Н/м}.$$

**Ответ:** $k = 60$ Н/м.

## Вариант 9

**24** **Возможное решение**

1. Колеблющийся шарик на нити можно считать при малых колебаниях математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, электрическое поле пластины не оказывает влияния на колебательное движение, колебания происходят только за счёт периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому период свободных колебаний зависит только от длины нити $l$ и ускорения свободного падения $g$ $\left(T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}\right)$.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Протяжённая равномерно заряженная пластина создаёт однородное электрическое поле $\vec{E}$. Если шарику сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнёт действовать постоянная сила Кулона, равная по величине $F_К = E|q|$ и направленная вертикально вниз (см. рисунок).

3. В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять период свободных колебаний маятника, равна по модулю $mg + |q|E > mg$. Возвращающая сила, действующая на шарик (касательная составляющая силы $m\vec{g} + q\vec{E}$), увеличится, шарик будет быстрее возвращаться к положению равновесия, а значит, период свободных колебаний маятника уменьшится ($T_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{a}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + Eq/m}}$, т. е. $T_2 < T_1$).

**25** **Возможное решение**

1. Модуль ускорения поезда на всём пути является постоянной величиной и равен

$$a = \frac{v^2}{2s}, \qquad (1)$$

где $v$ — скорость поезда в начале последнего километра пути, а $s = 1$ км — длина этого участка пути.

2. Модуль изменения скорости на этом участке пути равен

$$\Delta v = v = at. \qquad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для скорости поезда в начале последнего километра пути:

$$v = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 1000}{250} = 8 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $v = 8$ м/с.

**26** **Возможное решение**

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для первого случая:

$$h\nu_1 = h\nu_{кр} + E_1, \text{ где } \nu_1 = 3{,}5\nu_{кр}.$$

Следовательно: $E_1 = 2{,}5h\nu_{кр}$.

Для второго случая: $h\nu_2 = h\nu_{кр} + E_2$ — и по условию $\nu_2 = 2\nu_1$. Следовательно, $E_2 = 6h\nu_{кр}$.

Отсюда: $E_2 = 2{,}4E_1$. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металла, увеличится в 2,4 раза.

**Ответ:** в 2,4 раза.

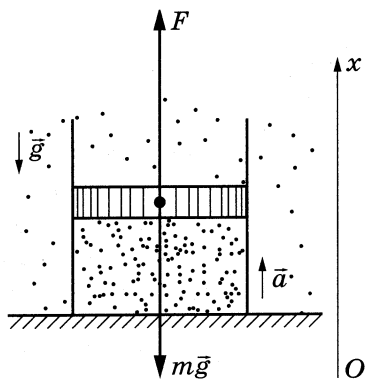
**27** **Возможное решение**

1. Запишем в инерциальной системе отсчёта второй закон Ньютона для неподвижного поршня в неподвижном сосуде:

$$(p_1 - p_0)S - mg = 0,$$

где $m$ — масса поршня, $S$ — площадь его поперечного сечения, $p_0$ — внешнее давление, $p_1$ — давление газа под поршнем в покоящемся сосуде.

2. В проекциях на ось $Ox$ второй закон Ньютона для поршня, неподвижного относительно сосуда, движущегося с ускорением $\vec{a}$: $(p_2 - p_0)S - mg = ma$,




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

где $p_2$ — давление газа в сосуде, движущемся с ускорением. При этом результирующая сила давления $F=(p_2-p_0)S$ (см. рисунок).

3. По закону Бойля — Мариотта для газа под поршнем имеем:

$$p_1V_1=p_2V_2 \Rightarrow p_1Sh_1=p_2Sh_2 \Rightarrow p_1=p_2(1-\eta),$$

где $h_1$ и $h_2$ — начальная и конечная высоты столба газа под поршнем соответственно, а $\eta=\dfrac{h_1-h_2}{h_1}$ — относительное изменение высоты столба газа.

4. Решая систему уравнений

$$\begin{cases} p_1S=p_0S+mg; \\ p_2S=p_0S+mg+ma; \\ p_1=p_2(1-\eta), \end{cases}$$

получим выражение для массы поршня:

$$m=\frac{p_0\eta S}{(1-\eta)a-\eta g}=\frac{28\cdot10^3\cdot0{,}05\cdot50\cdot10^{-4}}{(1-0{,}05)\cdot2-0{,}05\cdot10}=5 \text{ кг}.$$

**Ответ:** $m=5$ кг.

**28** **Возможное решение**

1. При прохождении ускоряющей разности потенциалов $U$ заряженная частица массой $m$ с зарядом $q$ приобретает кинетическую энергию

$$\frac{mv^2}{2}=qU. \qquad (1)$$

Здесь учтено, что начальная скорость частицы равна нулю.

2. При движении заряженной частицы в однородном магнитном поле $\vec{B}$ по окружности радиусом $R$ сила Лоренца вызывает центростремительное ускорение частицы

$$ma_{\text{ц}}=\frac{mv^2}{R}=F_{\text{л}}=qvB.$$

Отсюда $R=\dfrac{mv}{qB}$. (2)

3. Из (1) следует, что $v=\sqrt{\dfrac{2qU}{m}}$.

Подставляя этот результат в (2), получим:

$$R=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}.$$

Отсюда $B=\dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{2mU}{q}}$.

$$B=\frac{1}{0{,}3}\sqrt{\frac{2\cdot1{,}5\cdot10^{-25}\cdot10^3}{3{,}2\cdot10^{-19}}}\approx0{,}1 \text{ Тл}.$$

**Ответ:** $B\approx0{,}1$ Тл.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** **Возможное решение**

1. Энергия фотона

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \qquad (1)$$

где $h$ — постоянная Планка, $c$ — скорость света, $\lambda$ — длина волны.

2. Мощность излучения источника

$$P = nE, \qquad (2)$$

где $n$ — число фотонов, вылетающих ежесекундно из источника. Число фотонов, попадающих ежесекундно на площадку,

$$n' = n\frac{S}{4\pi R^2}, \qquad (3)$$

где $R$ — расстояние от источника до пластинки, $S$ — площадь пластинки.

3. Решая систему уравнений (1)–(3), получим:

$$P = \frac{n'4\pi R^2}{S}\frac{hc}{\lambda} = \frac{6\cdot10^{12}\cdot4\cdot3{,}14\cdot36}{8\cdot10^{-6}}\cdot\frac{6{,}6\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{0{,}6\cdot10^{-6}} \approx 112 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P \approx 112$ Вт.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

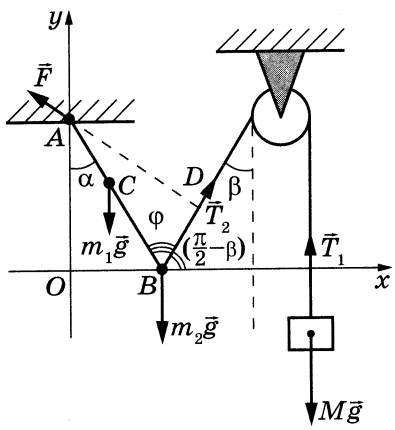
1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем стержень моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два; одно — для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. В качестве оси, относительно которой будем считать сумму моментов сил, действующих на стержень, выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через точку шарнирного крепления (точку $A$).
5. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.

**Решение**

1. Введём декартову систему координат $xOy$, как показано на рисунке. Поскольку груз $M$ находится в равновесии, согласно второму закону Ньютона

$$T_1 - Mg = 0. \qquad (1)$$

2. На стержень с грузами $m_1$ и $m_2$ действуют силы $m_1\vec{g}$ и $m_2\vec{g}$, а также сила натяжения нити $\vec{T}_2$. Поскольку нить невесома, а блок идеален, то $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. Кроме того, на стержень действует сила $\vec{F}$ со стороны шарнира. Запишем условие равенства нулю суммы моментов этих сил относительно оси вращения, проходящей через точку $A$ — точку шарнирного закрепления стержня:




$$m_1 g \cdot b\sin\alpha + m_2 g \cdot l\sin\alpha - T \cdot AD = 0. \qquad (2)$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Решая систему уравнений (1) и (2), с учётом

$$AD = l\sin\varphi = l\sin(\alpha+\beta)$$

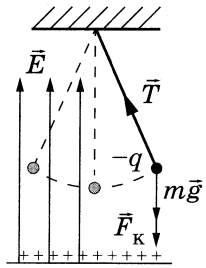
получим:

$$l = \frac{m_1 \cdot b\sin\alpha}{M\sin(\alpha+\beta) - m_2\sin\alpha} = \frac{200\cdot 25\cdot\frac{1}{2}}{100\frac{\sqrt{3}}{2} - 100\cdot\frac{1}{2}} \approx 68{,}3 \text{ см}.$$

**Ответ:** $l \approx 68{,}3$ см.

## Вариант 10

**24** **Возможное решение**




1. Колеблющийся шарик на нити можно считать при малых колебаниях математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, электрическое поле пластины не оказывает влияния на колебательное движение, колебания происходят только за счёт периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому частота свободных колебаний зависит только от длины нити $l$ и ускорения свободного падения $g$ ($\nu_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$).

2. Протяжённая равномерно заряженная пластина создаёт однородное электрическое поле $\vec{E}$. Если шарику сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнёт действовать постоянная сила Кулона, равная по величине $F_К = E|q|$ и направленная вертикально вниз (см. рисунок).

3. В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять период свободных колебаний маятника, равна по модулю $mg + |q|E > mg$. Возвращающая сила, действующая на шарик (касательная составляющая силы $m\vec{g} + q\vec{E}$), увеличится, шарик будет быстрее возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится ($\nu_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{a}{l}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g+Eq/m}{l}}$, т. е. $\nu_2 > \nu_1$).

**25** **Возможное решение**

1. Модуль ускорения поезда на всём пути является постоянной величиной и равен

$$a = \frac{v^2}{2s}, \qquad (1)$$

где $v$ — скорость поезда в начале последнего километра пути, а $s = 1$ км — длина этого участка пути.

2. Модуль изменения скорости на этом участке пути равен

$$\Delta v = v = at. \qquad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для времени прохождения поездом последнего километра пути:

$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2\cdot 1000}{10} = 200 \text{ с}.$$

**Ответ:** $t = 200$ с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для собирающей линзы $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы, $f$ — расстояние от линзы до изображения.

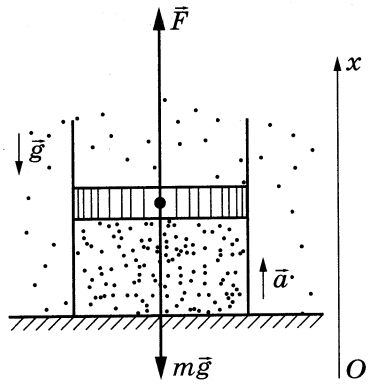
Оптическая сила линзы $D=\frac{1}{F}$.

Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим:

$$d=\frac{f}{Df-1}=\frac{0{,}12}{15\cdot 0{,}12-1}=0{,}15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $d=0{,}15$ м.

**27** **Возможное решение**




1. Запишем в инерциальной системе отсчёта второй закон Ньютона для неподвижного поршня в неподвижном сосуде:

$$(p_1-p_0)S-mg=0,$$

где $m$ — масса поршня, $S$ — площадь его поперечного сечения, $p_0$ — внешнее давление, $p_1$ — давление газа под поршнем в покоящемся сосуде.

2. В проекциях на ось $Ox$ второй закон Ньютона для поршня, неподвижного относительно сосуда, движущегося с ускорением $\vec{a}$: $(p_2-p_0)S-mg=ma$, где $p_2$ — давление газа в сосуде, движущемся с ускорением. При этом результирующая сила давления $F=(p_2-p_0)S$ (см. рисунок).

3. По закону Бойля — Мариотта для газа под поршнем имеем:

$$p_1V_1=p_2V_2 \Rightarrow p_1Sh_1=p_2Sh_2 \Rightarrow p_1=p_2(1-\eta),$$

где $h_1$ и $h_2$ — начальная и конечная высоты столба газа под поршнем соответственно, а $\eta=\frac{h_1-h_2}{h_1}$ — относительное изменение высоты столба газа.

4. Решая систему уравнений

$$\begin{cases} p_1S=p_0S+mg; \\ p_2S=p_0S+mg+ma; \\ p_1=p_2(1-\eta), \end{cases}$$

получим выражение для внешнего давления:

$$p_0=\frac{m}{\eta S}\{(1-\eta)a-\eta g\}=\frac{10}{0{,}05\cdot 50\cdot 10^{-4}}\cdot(0{,}95\cdot 1-0{,}05\cdot 10)=18\cdot 10^3 \text{ Па}.$$

**Ответ:** $p_0 = 18\cdot 10^3$ Па $= 18$ кПа.

**28** **Возможное решение**

1. При прохождении ускоряющей разности потенциалов $U$ заряженная частица массой $m$ с зарядом $q$ приобретает кинетическую энергию

$$\frac{mv^2}{2}=qU. \qquad (1)$$

Здесь учтено, что начальная скорость частицы равна нулю.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. При движении заряженной частицы в однородном магнитном поле $\vec{B}$ по окружности радиусом $R$ сила Лоренца вызывает центростремительное ускорение частицы

$$ma_{ц} = \frac{mv^2}{R} = F_{Л} = qvB.$$

Отсюда $R = \frac{mv}{qB}$. (2)

3. Из (1) следует, что $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$.

Подставляя этот результат в (2), получим:

$$R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}.$$

$$R = \frac{1}{0{,}2}\sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-25} \cdot 10^{3}}{3{,}2 \cdot 10^{-19}}} \approx 0{,}15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $R \approx 0{,}15$ м.

**29** **Возможное решение**

1. Энергия фотона

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где $h$ — постоянная Планка, $c$ — скорость света, $\lambda$ — длина волны.

2. Мощность излучения источника

$$P = nE, \quad (2)$$

где $n$ — число фотонов, вылетающих ежесекундно из источника. Число фотонов, попадающих ежесекундно на площадку,

$$n' = n\frac{S}{4\pi R^2}, \quad (3)$$

где $R$ — расстояние от источника до пластинки, $S$ — площадь пластинки.

3. Решая систему уравнений (1)–(3), получим: $S = \frac{n' 4\pi R^2}{P} \cdot \frac{hc}{\lambda} \approx 8$ мм$^2$.

**Ответ:** $S \approx 8$ мм$^2$.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем стержень моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два; одно для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. В качестве оси, относительно которой будем считать сумму моментов сил, действующих на стержень, выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через точку шарнирного крепления (точку $A$).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

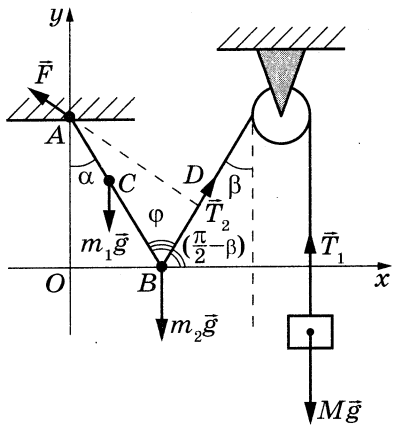
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

5. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.

**Решение**

1. Введём декартову систему координат $xOy$, как показано на рисунке. Поскольку груз $M$ находится в равновесии, согласно второму закону Ньютона

$$T_1 - Mg = 0. \qquad (1)$$




2. На стержень с грузами $m_1$ и $m_2$ действуют силы $m_1\vec{g}$ и $m_2\vec{g}$, а также сила натяжения нити $\vec{T}_2$. Поскольку нить невесома, а блок идеален, то $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. Кроме того, на стержень действует сила $\vec{F}$ со стороны шарнира. Запишем условие равенства нулю суммы моментов этих сил относительно оси вращения, проходящей через точку $A$ — точку шарнирного закрепления стержня:

$$m_1 g \cdot b\sin\alpha + m_2 g \cdot l\sin\alpha - T \cdot AD = 0. \qquad (2)$$

3. Решая систему уравнений (1) и (2), с учётом

$$AD = l\sin\varphi = l\sin(\alpha+\beta)$$

получим:

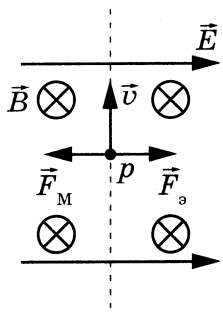
$$M = \frac{(m_1 \cdot b + m_2 \cdot l)\sin\alpha}{l\sin(\alpha+\beta)} = \frac{(200 \cdot 0{,}25 + 100 \cdot 0{,}4) \cdot 0{,}5}{0{,}4 \cdot 0{,}866} \approx 130 \text{ г}.$$

**Ответ:** $M \approx 130$ г.

## Вариант 11

**24** **Возможное решение**

1. Траектория протона будет отклоняться от первоначального направления вправо.




2. На протон действуют магнитное поле силой, равной по модулю $F_M = qvB$, и электрическое поле силой, равной по модулю $F_M = qE$. Поскольку заряд протона положительный, $\vec{F}_э$ сонаправлена с $\vec{E}$, а по правилу левой руки $\vec{F}_M$ направлена противоположно силе $\vec{F}_э$.
Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с уменьшением его скорости уменьшается. Поскольку в результате уменьшения скорости протона равнодействующая сил $\vec{F}_э$ и $\vec{F}_M$, а также вызываемое ею ускорение направлены вправо, траектория протона будет отклоняться от первоначального направления вправо.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** **Возможное решение**

1. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$4v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где $v_0$ — начальная скорость тела, $a$ — модуль ускорения тела, $s$ — путь, пройденный телом.

2. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для пути, пройденного телом:

$$s = \frac{5v_0 t}{2} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 2}{2} = 15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $s = 15$ м.

**26** **Возможное решение**

1. Энергия одного фотона согласно формуле Планка равна

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где $\lambda$ — длина световой волны, $c$ — скорость света в вакууме, $h$ — постоянная Планка.

2. Коэффициент полезного действия связывает мощность, потребляемую источником, с энергией излучения света:

$$\eta = \frac{NE_0}{P\Delta t}, \quad (2)$$

где $P$ — мощность, потребляемая источником, $\Delta t$ — промежуток времени, $N$ — количество излучённых фотонов за это время.

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для мощности, потребляемой источником:

$$P = \frac{Nhc}{\eta \Delta t \lambda} = \frac{3 \cdot 10^{17} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0{,}001 \cdot 1 \cdot 594 \cdot 10^{-9}} = 100 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P = 100$ Вт.

**27** **Возможное решение**

1. Определим степень изотермического сжатия, при которой пар станет насыщенным. При этом учтём, что при 100 °C давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению $p_н = p_{атм} = 10^5$ Па. Для этого воспользуемся законом Бойля — Мариотта $p_{п1} V_1 = p_н V_н$. Поскольку начальная относительная влажность воздуха равна $\varphi = \frac{p_{п1}}{p_н} = 0{,}7$, то $\frac{V_1}{V_н} = \frac{p_н}{p_{п1}} = \frac{p_н}{0{,}7 p_н} = \frac{10}{7} < 3$. Следовательно, при изотермическом уменьшении объёма в 3 раза пар станет насыщенным.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Определим начальное и конечное парциальное давление сухого воздуха, воспользовавшись законами Дальтона и Бойля — Мариотта:

$$p_{в1} = p_1 - p_{п1} = p_1 - \varphi p_н = 10^5 - 0{,}7 \cdot 10^5 = 0{,}3 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

$$p_{в2} = \frac{p_{в1} V_1}{V_2} = 3 \cdot 0{,}3 \cdot 10^5 = 0{,}9 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

3. Определим конечное давление влажного воздуха в сосуде с помощью закона Дальтона: $p_2 = p_{в2} + p_{п2} = p_{в2} + p_н = 10^5 + 0{,}9 \cdot 10^5 = 1{,}9 \cdot 10^5$ Па.

4. При нагревании влажного воздуха без изменения объёма водяной пар будет оставаться ненасыщенным, а значит, влажный воздух можно считать идеальным газом с постоянным количеством вещества, для изохорного нагревания которого можно применить закон Шарля: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Таким образом, для того чтобы получить такое же конечное давление без изменения объёма, абсолютную температуру газа необходимо увеличить до $T_2 = T_1 \frac{p_2}{p_1} = 373 \cdot \frac{1{,}9 \cdot 10^5}{10^5} \approx 709$ К.

**Ответ:** $T_2 \approx 709$ К.

**28** **Возможное решение**

1. При последовательном включении сила тока, протекающего по резистору и лампе, одна и та же, а напряжения на резисторе и лампе в сумме равны напряжению сети: $U = U_R + U_L$.

2. Напряжение на лампе $U_L = 140$ В определяется по графику при силе тока в цепи $I = 0{,}4$ А.

3. Напряжение на резисторе $U_R = U - U_L = 80$ В.

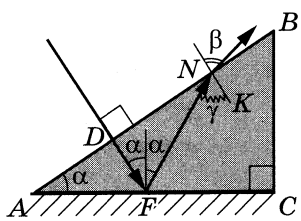
4. Мощность, выделяющаяся на резисторе, определяется законом Джоуля — Ленца:

$$P_R = U_R I = (U - U_L) I = 80 \cdot 0{,}4 = 32 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P_R = 32$ Вт.

**29** **Возможное решение**

1. Поскольку луч падает на грань $AB$ перпендикулярно, он на ней не преломляется, а, падая на грань $AC$, согласно закону отражения света отражается под тем же углом $\alpha$. Следовательно, $KN \parallel FD$, $\gamma = 2\alpha$.




2. Закон преломления света в точке $N$: $n \cdot \sin\gamma = \sin\beta$, или $n \cdot \sin 2\alpha = \sin\beta$, причём $\beta = 90°$.

Получаем: $n = \frac{\sin\beta}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin 90°}{\sin 60°} = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1{,}16$.

**Ответ:** $n \approx 1{,}16$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

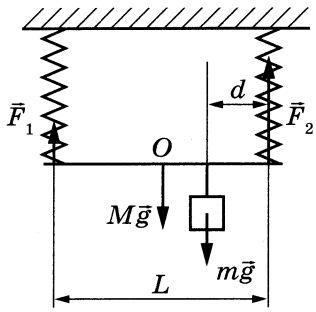
ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем стержень моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два; одно для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. Сумма приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Поэтому сумма моментов этих сил относительно любых двух параллельных осей одна и та же. Для удобства выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через центр масс стержня (точку $O$).

**Решение**




1. По закону Гука модуль силы упругости равен $F = k\Delta l$.

Так как растяжения пружин одинаковы, то $\frac{F_2}{F_1} = \frac{k_2}{k_1} = 3$,

где $F_1$, $F_2$ — модули сил упругости левой и правой пружин соответственно.

2. Условия равновесия стержня с грузом имеют вид

$$F_1 + F_2 = Mg + mg.$$

$F_1 \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_2 \cdot \frac{L}{2}$ — правило моментов относительно оси $O$, проходящей через центр масс стержня перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок).

3. Объединяя пункты 1 и 2, получаем систему уравнений:

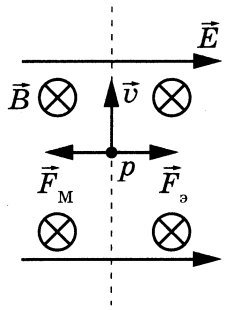
$$\begin{cases} 4F_1 = Mg + mg \\ mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_1 L. \end{cases}$$

4. Из системы уравнений пункта 3 получаем $m = \frac{ML}{L - 4d} = \frac{2 \cdot 0{,}4}{0{,}4 - 0{,}2} = 4$ кг.

**Ответ:** $m = 4$ кг.

## Вариант 12

**24** **Возможное решение**




1. Траектория протона будет отклоняться от первоначального направления влево.

2. На протон действуют магнитное поле силой, равной по модулю $F_M = qvB$, и электрическое поле силой, равной по модулю $F_M = qE$. Поскольку заряд протона положительный, $\vec{F}_э$ сонаправлена с $\vec{E}$, а по правилу левой руки $\vec{F}_M$ направлена противоположно силе $\vec{F}_э$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости увеличивается. Поскольку в результате увеличения скорости протона равнодействующая сил $\vec{F}_э$ и $\vec{F}_M$, а также вызываемое ею ускорение направлены влево, траектория протона будет отклоняться от первоначального направления влево.

**25** **Возможное решение**

1. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$4v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где $v_0$ — начальная скорость тела, $a$ — модуль ускорения тела, $s$ — путь, пройденный телом.

2. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для начальной скорости тела:

$$v_0 = \frac{s}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 2} = 5 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $v_0 = 5$ м/с.

**26** **Возможное решение**

1. Энергия одного фотона согласно формуле Планка равна

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

где $\lambda$ — длина световой волны, $c$ — скорость света в вакууме, $h$ — постоянная Планка.

2. Коэффициент полезного действия связывает мощность, потребляемую источником, с энергией излучения света:

$$\eta = \frac{NE_0}{P\Delta t}, \quad (2)$$

где $P$ — мощность, потребляемая источником, $\Delta t$ — промежуток времени, $N$ — количество излучённых фотонов за это время.

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для КПД источника:

$$\eta = \frac{Nhc}{P\Delta t\lambda} = \frac{1{,}2 \cdot 10^{20} \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{250 \cdot 10 \cdot 594 \cdot 10^{-9}} = 0{,}016 = 1{,}6 \ \%.$$

**Ответ:** $\eta = 1{,}6$ %.

**27** **Возможное решение**

1. Определим степень изотермического сжатия, при которой пар станет насыщенным. При этом учтём, что при 100 °C давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению $p_н = p_{атм} = 10^5$ Па. Для этого воспользуемся законом Бойля — Мариотта: $p_{п1}V_1 = p_н V_н$. Поскольку начальная относительная влажность воздуха равна $\varphi = \frac{p_{п1}}{p_н} = 0{,}6$, то $\frac{V_1}{V_н} = \frac{p_н}{p_{п1}} = \frac{p_н}{0{,}6p_н} = \frac{5}{3} < 2{,}5$. Следовательно, при изотермическом уменьшении объёма в 2,5 раза пар станет насыщенным.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Определим начальное и конечное парциальное давление сухого воздуха, воспользовавшись законами Дальтона и Бойля — Мариотта:

$$p_{в1} = p_1 - p_{п1} = p_1 - \varphi p_н = 10^5 - 0{,}6 \cdot 10^5 = 0{,}4 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

$$p_{в2} = \frac{p_{в1} V_1}{V_2} = 2{,}5 \cdot 0{,}4 \cdot 10^5 = 10^5 \text{ Па}.$$

3. Определим конечное давление влажного воздуха в сосуде с помощью закона Дальтона:

$$p_2 = p_{в2} + p_{п2} = p_{в2} + p_н = 10^5 + 10^5 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

4. При нагревании влажного воздуха без изменения объёма водяной пар будет оставаться ненасыщенным, а значит, влажный воздух можно считать идеальным газом с постоянным количеством вещества, для изохорного нагревания которого можно применить закон Шарля: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Таким образом, для того чтобы получить такое же конечное давление без изменения объёма, абсолютную температуру газа необходимо увеличить в $\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{2 \cdot 10^5}{10^5} = 2$ раза.

**Ответ:** $\frac{T_2}{T_1} = 2$.

**28** **Возможное решение**

1. При последовательном включении сила тока, протекающего по резистору и лампе, одна и та же, а напряжения на резисторе и лампе в сумме равны напряжению сети: $U = U_R + U_L$.

2. Напряжение на лампе $U_L = 90$ В определяется по графику при силе тока в цепи $I = 0{,}3$ А.

3. Напряжение на резисторе $U_R = U - U_L = 120 - 90 = 30$ В.

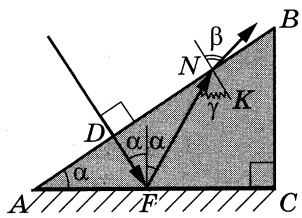
4. Мощность, выделяющаяся на резисторе, определяется законом Джоуля — Ленца:

$$P_R = U_R I = (U - U_L) I = (120 - 90) \cdot 0{,}3 = 9 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P_R = 9$ Вт.

**29** **Возможное решение**

1. Поскольку луч падает на грань $AB$ перпендикулярно, он на ней не преломляется, а, падая на грань $AC$, согласно закону отражения света отражается под тем же углом $\alpha$. Следовательно, $KN \parallel FD$, $\gamma = 2\alpha$.




2. Закон преломления света в точке $N$:

$n \cdot \sin\gamma = \sin\beta$, или $n \cdot \sin 2\alpha = \sin\beta$, причём $\beta = 60°$.

Получаем: $n = \frac{\sin\beta}{\sin 2\alpha} = \frac{\sin 60°}{\sin 30°} = \sqrt{3} \approx 1{,}7$.

**Ответ:** $n \approx 1{,}7$.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

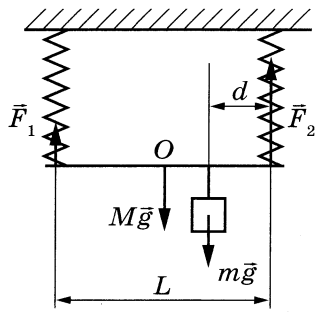
1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Описываем стержень моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два; одно для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. Сумма приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Поэтому сумма моментов этих сил относительно любых двух параллельных осей одна и та же. Для удобства выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через центр масс стержня (точку $O$).

**Решение**




1. По закону Гука модуль силы упругости равен $F = k\Delta l$.

Так как растяжения пружин одинаковы, то $\frac{F_2}{F_1} = \frac{k_2}{k_1} = 3$,

где $F_1$, $F_2$ — модули сил упругости левой и правой пружин соответственно.
2. Условия равновесия стержня с грузом имеют вид

$$F_1 + F_2 = Mg + mg.$$

$F_1 \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_2 \cdot \frac{L}{2}$ — правило моментов относительно оси $O$, проходящей через центр масс стержня перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок).
3. Объединяя пункты 1 и 2, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 4F_1 = Mg + mg \\ mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_1 L. \end{cases}$$

4. Из системы уравнений пункта 3 получаем $M = \frac{m(L-4d)}{L} = \frac{3 \cdot (0{,}4 - 0{,}2)}{0{,}4} = 1{,}5$ кг.

**Ответ:** $M = 1{,}5$ кг.

## Вариант 13

**24** **Возможное решение**

1. Электрометр 1 имеет отрицательный заряд, а электрометр 2 — положительный.

2. При поднесении положительно заряженной палочки к шару электрометра 1 электроны в шаре, стержне и стрелке электрометра 2 по алюминиевому стержню в электрическом поле, созданном палочкой, стали перемещаться на поверхность шара электрометра 1. Благодаря этому электрометр 1 приобретает отрицательный заряд. Движение электронов будет происходить до тех пор, пока все точки металлических частей двух электрометров не будут иметь одинаковых потенциалов.

3. Поскольку два соединённых алюминиевым стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда отрицательный заряд электрометра 1 в точности равен по модулю положительному заряду электрометра 2.

4. После того как убрали стержень, показания электрометров не изменились.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** **Возможное решение**

1. Пусть $M$ — масса линейки, $m$ — масса груза. При максимальной массе груза, который неподвижен относительно линейки, сила реакции стола действует на линейку только по краю стола.

2. Запишем уравнение моментов для первого случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mg(l/4) = m_1 g(l/4). \quad (1)$$

3. Уравнение моментов для второго случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mgl/6 = m_2 gl/3, \quad (2)$$

где $m_2$ — искомая масса второго груза.

4. Решая уравнения (1) и (2), получим:

$$m_2 = \frac{m_1}{2} = \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05 \text{ кг} = 50 \text{ г}.$$

**Ответ:** $m_2 = 50$ г.

**26** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + eU_{\text{зап}}, \quad (1)$$

где $A_{\text{вых}}$ — работа выхода электронов с поверхности металла, $e$ — элементарный электрический заряд, $U_{\text{зап}}$ — модуль запирающего напряжения для фотоэлектронов.

2. Формула для длины волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующей «красной границе» фотоэффекта, имеет вид:

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}. \quad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), окончательно получим:

$$\lambda_{\text{кр}} = \frac{hc}{h\nu - eU_{\text{зап}}} = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 7 \cdot 10^{14} - 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}6} \approx 541 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 541 \text{ нм}.$$

**Ответ:** $\lambda_{\text{кр}} = 541$ нм.

**27** **Возможное решение**

Для того чтобы шарики подняли в воздух изобретателя, необходимо, чтобы сила Архимеда, действующая на шарики, превышала силу тяжести, действующую на изобретателя и гелий в шариках: $F_{\text{Арх}} \geq Mg + m_{\text{г}} g$; где $F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{в}} N V_0 g = m_{\text{в}} g$ — $N$ — количество шариков; $V_0$ — объём одного шарика; $\rho_{\text{в}}$ и $m_{\text{в}}$ — соответственно плотность и масса вытесненного шариками атмосферного воздуха; $m_{\text{г}}$ — масса гелия в шариках.

Для атмосферного воздуха и гелия справедливо уравнение Менделеева — Клапейрона: $p_0 N V_0 = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT$ и $p_0 N V_0 = \frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}} RT$, где $p_0$ — атмосферное давление, $\mu_{\text{в}}$ и $\mu_{\text{г}}$ — молярные массы соответственно воздуха и гелия.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Выражая массы газов, окончательно получим:

$$N \geq \frac{MRT}{p_0 V_0(\mu_в - \mu_г)} = \frac{60 \cdot 8{,}31 \cdot 300}{10^5 \cdot 0{,}015 \cdot (0{,}029 - 0{,}004)} \approx 3989.$$

**Ответ:** $N \approx 3989$.

**28** **Возможное решение**

1. Заряженная капелька ртути будет находиться в покое, если сила тяжести уравновешивается силой, действующей со стороны электрического поля:

$$mg = qE. \quad (1)$$

2. Напряжённость электростатического поля в конденсаторе связана с разностью потенциалов и расстоянием между пластинами соотношением

$$E = \frac{\Delta\varphi}{d}. \quad (2)$$

3. Массу капельки найдём из формулы

$$m = \rho V, \quad (3)$$

где $\rho$ — плотность ртути, $V$ — объём капельки.

4. Из уравнений (1), (2) и (3) получаем:

$$\Delta\varphi = \frac{\rho V g d}{q} = \frac{13\,600 \cdot 2 \cdot 10^{-18} \cdot 10 \cdot 0{,}02}{5{,}44 \cdot 10^{-18}} = 1000 \text{ В} = 1 \text{ кВ}.$$

**Ответ:** $\Delta\varphi$ = 1 кВ.

**29** **Возможное решение**

При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создаёт в ней ЭДС индукции $\mathscr{E}$. В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S.$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}\frac{S}{R}.$$

Согласно закону Джоуля — Ленца за время $\Delta t$ в рамке выделится количество теплоты:

$$Q = I^2 R \Delta t = \frac{S^2}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t} = \frac{l^4}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на первом участке графика $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = -1$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 6$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = 0{,}6$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{l^4}{R}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

Отсюда сопротивление рамки:

$$R = \frac{l^4}{Q}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Подставив значения величин, получим $R = \dfrac{0{,}1^4}{1{,}6 \cdot 10^{-4}}\left(\dfrac{1^2}{4} + \dfrac{0{,}6^2}{6}\right) \approx 0{,}2$ Ом.

**Ответ:** $R \approx 0{,}2$ Ом.

**30** **Возможное решение**

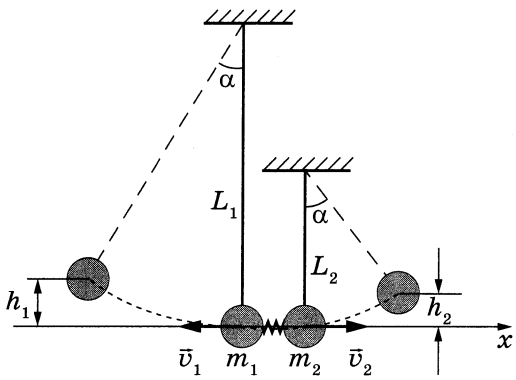
**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Шарики имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому описываем их моделью материальной точки.
3. При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарики внутренней силой — силой упругости, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально (силы тяжести и натяжения нитей), поэтому сохраняется горизонтальная проекция импульса системы шариков, поскольку импульс пружины пренебрежимо мал из-за её малой массы.
4. В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории на каждый из них действуют сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}$. Изменение механической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к нему. В данном случае единственной такой силой является сила натяжения нити $\vec{T}$. В каждой точке траектории $\vec{T} \perp \vec{v}$, где $\vec{v}$ — скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{T}$ равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.

**Решение**

После пережигания нити пружина распрямится, сообщая шарикам начальные скорости $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. Запишем закон сохранения импульса для системы шариков в проекциях на ось $x$ (см. рисунок):

$$0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2.$$




Для описания дальнейшего движения каждого шарика воспользуемся законом сохранения полной механической энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1 = m_1 g L_1 (1 - \cos\alpha),$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2 = m_2 g L_2 (1 - \cos\alpha).$$

Поделив эти равенства друг на друга почленно, получим:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2.$$

Из закона сохранения импульса следует, что $\dfrac{v_1}{v_2} = \dfrac{m_2}{m_1}$.

Поэтому

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 = 1{,}5^2 = 2{,}25.$$

**Ответ:** $\dfrac{L_1}{L_2} = 2{,}25$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 14

**24** **Возможное решение**

1. Электрометр 1 имеет положительный заряд, а электрометр 2 — отрицательный.

2. При поднесении отрицательно заряженной палочки к шару электрометра 1 электроны в шаре, стержне и стрелке электрометра 1 по медному стержню в электрическом поле, созданном палочкой, стали перемещаться на поверхность шара электрометра 2. Благодаря этому электрометр 1 приобретает положительный заряд. Движение электронов будет происходить до тех пор, пока все точки металлических частей двух электрометров не будут иметь одинаковых потенциалов.

3. Поскольку два соединённых медным стержнем электрометра образуют изолированную систему, то согласно закону сохранения заряда положительный заряд электрометра 1 в точности равен по модулю отрицательному заряду электрометра 2.

4. После того как убрали стержень, показания электрометров не изменились.

**25** **Возможное решение**

1. Пусть $M$ — масса линейки, $m$ — масса груза. При максимальной массе груза, который неподвижен относительно линейки, сила реакции стола действует на линейку только по краю стола.

2. Запишем уравнение моментов для первого случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mg(l/4) = m_1 g(l/4). \qquad (1)$$

3. Уравнение моментов для второго случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mg((l/2) - x) = m_2 gx, \qquad (2)$$

где $x$ — расстояние, на которое выдвинута линейка за край стола.

4. Решая уравнения (1) и (2), получим:

$$x = \frac{m_1 l}{2(m_1 + m_2)} = \frac{0{,}25 \cdot 0{,}6}{2(0{,}25 + 0{,}125)} = 0{,}2 \text{ м} = 20 \text{ см}.$$

**Ответ:** $x = 20$ см.

**26** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eU_{\text{зап}}, \qquad (1)$$

где $A_{\text{вых}}$ — работа выхода электронов с поверхности металла, $e$ — элементарный электрический заряд, $U_{\text{зап}}$ — модуль запирающего напряжения для фотоэлектронов.

2. Формула для частоты, соответствующей «красной границе» фотоэффекта, имеет вид:

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \qquad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), окончательно получим:

$$\nu_{\text{кр}} = \frac{c}{\lambda} - \frac{eU_{\text{зап}}}{h} = \frac{3 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} - \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}6}{6{,}6 \cdot 10^{-34}} \approx 5{,}5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$$

**Ответ:** $\nu_{\text{кр}} \approx 5{,}5 \cdot 10^{14}$ Гц.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**27** **Возможное решение**

Для того чтобы шарики подняли в воздух изобретателя, необходимо, чтобы сила Архимеда, действующая на шарики, превышала силу тяжести, действующую на изобретателя и гелий в шариках: $F_{Арх} \geq Mg + m_г g$; где $F_{Арх} = \rho_в N V_0 g = m_в g$ — $N$ — количество шариков; $V_0$ — объём одного шарика; $\rho_в$ и $m_в$ — соответственно плотность и масса вытесненного шариками атмосферного воздуха; $m_г$ — масса гелия в шариках.

Для атмосферного воздуха и гелия справедливо уравнение Менделеева — Клапейрона: $p_0 N V_0 = \frac{m_в}{\mu_в} RT$ и $p_0 N V_0 = \frac{m_г}{\mu_г} RT$, где $p_0$ — атмосферное давление, $\mu_в$ и $\mu_г$ — молярные массы соответственно воздуха и гелия.

Выражая массы газов, окончательно получим:

$$V_0 \geq \frac{MRT}{Np_0(\mu_в - \mu_г)} = \frac{60 \cdot 8{,}31 \cdot 300}{5000 \cdot 10^5 \cdot (0{,}029 - 0{,}004)} \approx 12 \text{ л}.$$

**Ответ:** $V_0 \approx 12$ л.

**28** **Возможное решение**

1. Заряженная капелька ртути будет находиться в покое, если сила тяжести уравновешивается силой, действующей со стороны электрического поля:

$$mg = qE. \quad (1)$$

2. Напряжённость электростатического поля в конденсаторе связана с разностью потенциалов и расстоянием между пластинами соотношением

$$E = \frac{\Delta\varphi}{d}. \quad (2)$$

3. Массу капельки найдём из формулы

$$m = \rho V, \quad (3)$$

где $\rho$ — плотность ртути, $V$ — объём капельки.

4. Из уравнений (1), (2) и (3) получаем:

$$q = \frac{\rho V g d}{\Delta\varphi} = \frac{13\,600 \cdot 3 \cdot 10^{-18} \cdot 10 \cdot 0{,}02}{600} = 1{,}36 \cdot 10^{-17} \text{ Кл}.$$

**Ответ:** $q = 1{,}36 \cdot 10^{-17}$ Кл.

**29** **Возможное решение**

При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создаёт в ней ЭДС индукции $\mathscr{E}$. В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathscr{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}.$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t}\frac{S}{R}.$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Согласно закону Джоуля — Ленца за время $\Delta t$ в рамке выделится количество теплоты:

$$Q = I^2 R \Delta t = \frac{S^2}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t} = \frac{l^4}{R}\frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на первом участке графика $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = -1$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 6$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = 0{,}6$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{l^4}{R}\left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2}\right].$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим:

$$Q = \frac{(0{,}1)^4}{0{,}2}\left[\frac{1}{4} + \frac{0{,}36}{6}\right] = \frac{10^{-3}}{2}(0{,}25 + 0{,}06) = 0{,}155 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}.$$

**Ответ:** $Q = 155$ мкДж.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Шарики имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому описываем их моделью материальной точки.
3. При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарики внутренней силой — силой упругости, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально (силы тяжести и натяжения нитей), поэтому сохраняется горизонтальная проекция импульса системы шариков, поскольку импульс пружины пренебрежимо мал из-за её малой массы.
4. В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории на каждый из них действуют сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}$. Изменение механической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к нему. В данном случае единственной такой силой является сила натяжения нити $\vec{T}$. В каждой точке траектории $\vec{T} \perp \vec{v}$, где $\vec{v}$ — скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{T}$ равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.

**Решение**

После пережигания нити пружина распрямится, сообщая шарикам начальные скорости $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. Запишем закон сохранения импульса для системы шариков в проекциях на ось $x$ (см. рисунок):

$$0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2.$$

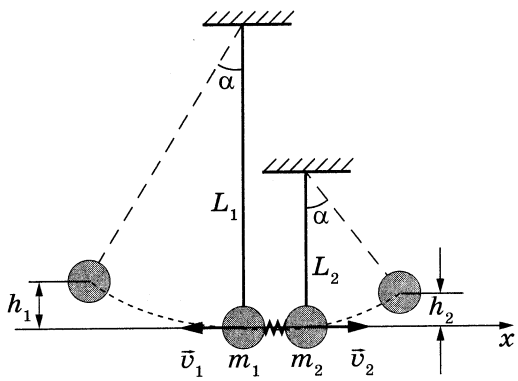
Для описания дальнейшего движения каждого шарика воспользуемся законом сохранения полной механической энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1 = m_1 g L_1 (1 - \cos\alpha),$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2 = m_2 g L_2 (1 - \cos\alpha).$$

Поделив эти равенства друг на друга почленно, получим:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2.$$




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Из закона сохранения импульса следует, что $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$.

Поэтому $\frac{m_2}{m_1} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \sqrt{2} \approx 1{,}4$.

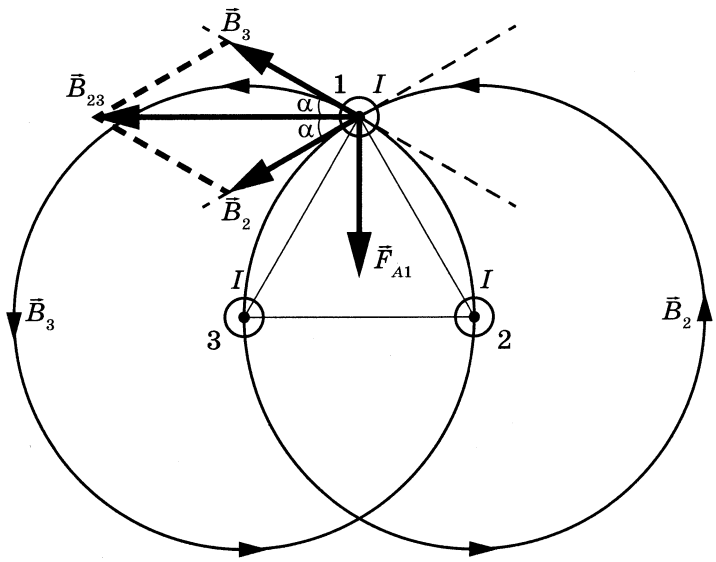
**Ответ:** $\frac{m_2}{m_1} \approx 1{,}4$.

## Вариант 15

**24** **Возможное решение**

1. На проводник 1 со стороны проводников 2 и 3 действует результирующая сила, направленная вертикально вниз (см. рисунок).

2. Вокруг проводников 2 и 3 возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля определяется правилом буравчика (см. рисунок). Вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля в области проводника 1 определяется принципом суперпозиции: $\vec{B}_{23} = \vec{B}_2 + \vec{B}_3$, где $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ — векторы индукции магнитных полей, созданных проводниками 2 и 3. Поскольку проводник 1 находится на одинаковом расстоянии $a$ от каждого из проводников 2 и 3, и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то $|\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.




3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ составляет 60°, а значит, $\alpha = 30°$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля $\vec{B}_{23}$, созданного проводниками 2 и 3, направлен горизонтально влево (см. рисунок).

4. Со стороны результирующего магнитного поля $\vec{B}_{23}$ на проводник 1 с током действует сила Ампера $\vec{F}_{A1}$, направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена вертикально вниз.

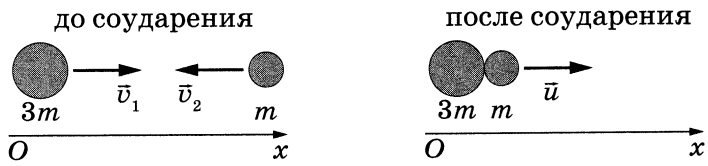
**25** **Возможное решение**

1. Шарики испытывают абсолютно неупругое соударение. Для системы из двух шариков выполняется закон сохранения импульса (ЗСИ), так как при малом времени взаимодействия действием внешней силы (силы тяжести) можно пренебречь.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Взаимодействие шаров можно изобразить так, как показано на рисунке.




3. С учётом того, что $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$, а совместная скорость после соударения равна $u$, запишем ЗСИ в проекциях на ось $Ox$:

$$3mv - mv = 4mu, \text{ откуда } u = v/2 = 4/2 = 2 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $u = 2$ м/с.

**26** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = E = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}, \quad (1)$$

где $E$ — энергия падающих на металл фотонов, $A_{\text{вых}}$ — работа выхода электронов с поверхности металла, $E_{\text{к}}$ — максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

2. По условию задачи максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, в 3 раза меньше энергии падающих на пластинку фотонов:

$$E = 3E_{\text{к}}. \quad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), окончательно получим:

$$\frac{hc}{\lambda} = E = \frac{3}{2}A_{\text{вых}};\ \lambda = \frac{2hc}{3A_{\text{вых}}} = \frac{2 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{3 \cdot 6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 137{,}5 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 137{,}5 \text{ нм}.$$

**Ответ:** $\lambda = 137{,}5$ нм.

**27** **Возможное решение**

После снятия перегородки суммарная масса паров воды сохраняется прежней:

$$\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = \rho(V_1 + V_2), \quad (1)$$

где $\rho_1$ и $\rho_2$ — плотности паров воды в объёмах $V_1$ и $V_2$ соответственно, $\rho$ — плотность паров после устранения перегородки. Поделим все части уравнения (1) на плотность насыщенных паров воды $\rho_{\text{н}}$ при той же температуре:

$$\frac{\rho_1}{\rho_{\text{н}}}V_1 + \frac{\rho_2}{\rho_{\text{н}}}V_2 = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}}(V_1 + V_2). \quad (2)$$

Согласно определению относительной влажности

$$\varphi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_{\text{н}}},\ \varphi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_{\text{н}}},\ \varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}},$$

так что вместо (2) имеем:

$$\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2 = \varphi(V_1 + V_2).$$

Отсюда:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 \dfrac{V_2}{V_1}}{1 + \dfrac{V_2}{V_1}} = \frac{0{,}8 + 0{,}6 \cdot 3}{1 + 3} = 0{,}65 = 65\ \%.$$

**Ответ:** $\varphi = 65\ \%$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**

1. Закон Ома для полной цепи в первом и во втором случаях:

$$I_1 = \frac{\mathscr{E}}{R_1 + r}, \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\mathscr{E}}{R_2 + r}. \quad (2)$$

2. Соответствующая им мощность, выделяющаяся во внешней цепи:

$$N_1 = I_1^2 R_1, \quad (3)$$

$$N_2 = I_2^2 R_2. \quad (4)$$

3. Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

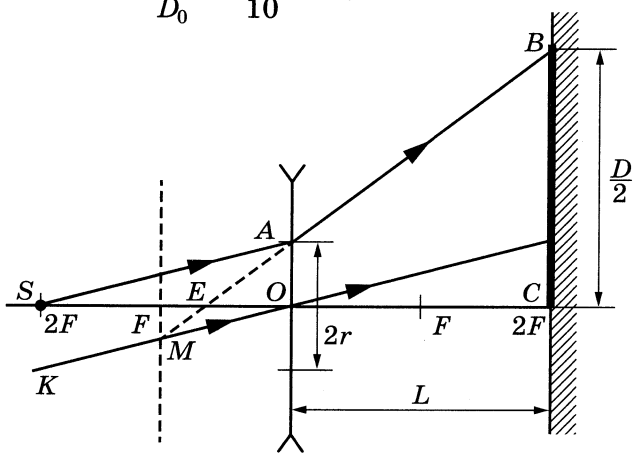
$$\mathscr{E} = \frac{I_1 I_2}{I_2 - I_1}\left(\frac{N_1}{I_1^2} - \frac{N_2}{I_2^2}\right) = \frac{1 \cdot 5}{5 - 1}\left(\frac{4}{1} - \frac{10}{25}\right) = 4{,}5 \text{ В}.$$

**Ответ:** $\mathscr{E} = 4{,}5$ В.

**29** **Возможное решение**

1. Оптическая сила линзы $D_0 = -10$ дптр; значит, её фокусное расстояние

$$F = \frac{1}{D_0} = -\frac{1}{10} = -0{,}1 \text{ м} = -10 \text{ см}.$$




2. Для получения светлого пятна на экране рассмотрим ход луча $SA$, который падает от источника, расположенного на двойном фокусном расстоянии от линзы, на край непрозрачной оправы. Чтобы построить преломлённый линзой луч, необходимо воспользоваться свойством тонкой рассеивающей линзы: продолжения всех параллельных лучей пересекаются в одной точке передней фокальной плоскости. Строим параллельный лучу $SA$ луч $KO$, проходящий через оптический центр линзы $O$; находим его пересечение с фокальной плоскостью (точка $M$) и достраиваем преломлённый луч, который проходит через точки $A$ и $B$. Полученный луч $AB$ позволяет определить на экране крайнюю точку $B$ светлого пятна, радиус которого обозначен на рисунке как $BC$. Точка $E$ является мнимым изображением источника $S$, так как в ней пересекаются луч $SOC$ и продолжение луча $SAB$. Поэтому согласно формуле тонкой линзы $\frac{1}{OE} = \frac{1}{|F|} - \frac{1}{SO} = \frac{1}{|F|} - \frac{1}{2|F|} = -\frac{3}{2|F|}$, откуда $OE = -\frac{2|F|}{3}$ (знак «минус» говорит о том, что изображение источника мнимое).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Из подобия треугольников $EAO$ и $EBC$ получаем: $\frac{EO}{AO}=\frac{EC}{BC}$, или $\frac{2|F|}{3r}=\frac{L+2|F|/3}{D/2}$.

В итоге получаем: $D=\frac{r(3L+2|F|)}{F}=\frac{5\cdot(3\cdot 20+2\cdot 10)}{10}=40$ см.

**Ответ:** $D=40$ см.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).

2. Шарик имеет малые размеры по сравнению с размерами пружины и дальностью полёта, поэтому описываем его моделью материальной точки.

3. В процессе движения шарика по стволу к верхней точке своей траектории на него действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости $\vec{F}_y$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. Изменение механической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу. В данном случае единственной такой силой является сила реакции опоры $\vec{N}$. В каждой точке траектории $\vec{N}\perp\vec{v}$, где $\vec{v}$ — скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{N}$ равна нулю, следовательно, механическая энергия шарика при его движении по стволу сохраняется.

**Решение**

По закону сохранения механической энергии $E_0=\frac{mv_0^2}{2}+mgb\sin\alpha$, (1)

где $E_0$ — энергия сжатой пружины, а $v_0$ — скорость шарика в момент вылета из дула ружья.

Согласно формулам кинематики тела, брошенного под углом к горизонту, $L=v_0t\cos\alpha$, $t=\frac{2v_0\sin\alpha}{g}$, где $t$ — время полёта. Следовательно, расстояние

$$L=\frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha. \quad (2)$$

Комбинируя формулы (1) и (2), находим:

$$L=\frac{2}{mg}\sin 2\alpha(E_0-mgb\sin\alpha)=\frac{2}{5\cdot 10^{-2}\cdot 10}\sin 60^\circ\left(0{,}41-5\cdot 10^{-2}\cdot 10\cdot 0{,}5\cdot\sin 30^\circ\right)\approx 1{,}0 \text{ м}.$$

**Ответ:** $L\approx 1{,}0$ м.

## Вариант 16

**24** **Возможное решение**

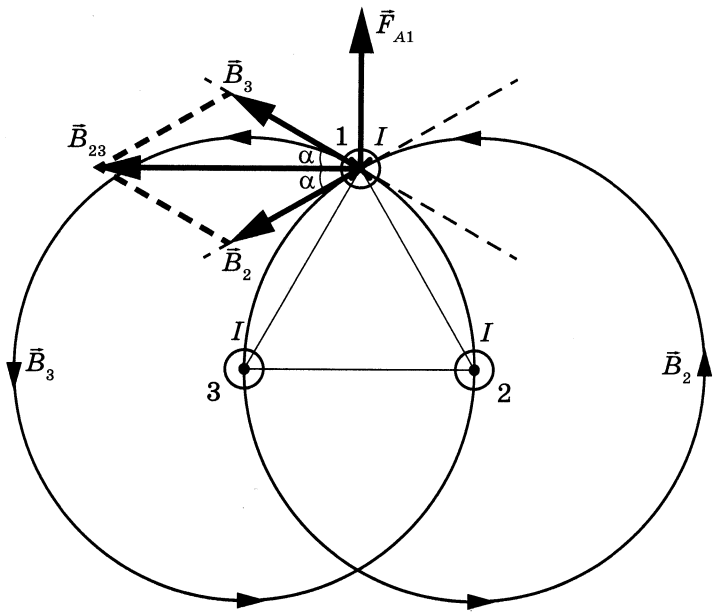
1. На проводник 1 со стороны проводников 2 и 3 действует результирующая сила, направленная вертикально вверх (см. рисунок).

2. Вокруг проводников 2 и 3 возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

определяется правилом буравчика (см. рисунок). Вектор магнитной индукции результирующего магнитного поля в области проводника 1 определяется принципом суперпозиции: $\vec{B}_{23} = \vec{B}_2 + \vec{B}_3$, где $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ — векторы индукции магнитных полей, созданных проводниками 2 и 3. Поскольку проводник 1 находится на одинаковом расстоянии $a$ от каждого из проводников 2 и 3, и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то $|\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.



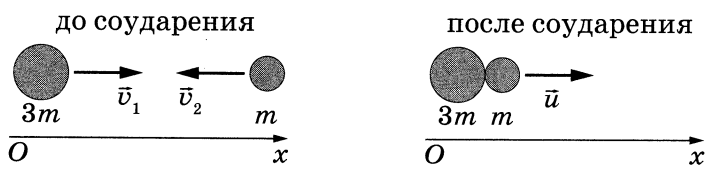

3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ составляет 60°, а значит, $\alpha = 30°$. Следовательно, вектор индукции результирующего магнитного поля $\vec{B}_{23}$, созданного проводниками 2 и 3, направлен горизонтально влево (см. рисунок).

4. Со стороны результирующего магнитного поля $\vec{B}_{23}$ на проводник 1 с током действует сила Ампера $\vec{F}_{A1}$, направление которой определяется правилом левой руки. Таким образом, результирующая сила, действующая на проводник 1 со стороны проводников 2 и 3, направлена вертикально вверх.

**25** **Возможное решение**

1. Шарики испытывают абсолютно неупругое соударение. Для системы из двух шариков выполняется закон сохранения импульса (ЗСИ), так как при малом времени взаимодействия действием внешней силы (силы тяжести) можно пренебречь.

2. Взаимодействие шаров можно изобразить так, как показано на рисунке.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. С учётом того, что $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$, а совместная скорость после соударения равна $u$, запишем ЗСИ в проекциях на ось $Ox$:

$$3mv - mv = 4mu, \text{ откуда } v = 2u = 2 \cdot 0{,}5 = 1 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $v = 1$ м/с.

**26** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = E = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}, \quad (1)$$

где $E$ — энергия падающих на металл фотонов, $A_{\text{вых}}$ — работа выхода электронов с поверхности металла, $E_{\text{к}}$ — максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов.

2. По условию задачи максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, в 3 раза меньше энергии падающих на пластинку фотонов:

$$E = 3E_{\text{к}}. \quad (2)$$

3. Решая уравнения (1) и (2), окончательно получим:

$$h\nu = E = \frac{3}{2}A_{\text{вых}}; \quad \nu = \frac{3A_{\text{вых}}}{2h} = \frac{3 \cdot 6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34}} \approx 2{,}2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}.$$

**Ответ:** $\nu \approx 2{,}2 \cdot 10^{15}$ Гц.

**27** **Возможное решение**

После снятия перегородки суммарная масса паров воды сохраняется прежней:

$$\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = \rho(V_1 + V_2), \quad (1)$$

где $\rho_1$ и $\rho_2$ — плотности паров воды в объёмах $V_1$ и $V_2$ соответственно, $\rho$ — плотность паров после устранения перегородки. Поделим все части уравнения (1) на плотность насыщенных паров воды $\rho_{\text{н}}$ при той же температуре:

$$\frac{\rho_1}{\rho_{\text{н}}}V_1 + \frac{\rho_2}{\rho_{\text{н}}}V_2 = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}}(V_1 + V_2). \quad (2)$$

Согласно определению относительной влажности

$$\varphi_1 = \frac{\rho_1}{\rho_{\text{н}}}, \ \varphi_2 = \frac{\rho_2}{\rho_{\text{н}}}, \ \varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н}}},$$

так что вместо (2) имеем:

$$\varphi_1 V_1 + \varphi_2 V_2 = \varphi(V_1 + V_2).$$

Отсюда:

$$\varphi_2 = \frac{\varphi(V_1 + V_2) - \varphi_1 V_1}{V_2} = \frac{\varphi\left(1 + \dfrac{V_2}{V_1}\right) - \varphi_1}{\dfrac{V_2}{V_1}} = \frac{0{,}5 \cdot (1+3) - 0{,}8}{3} = 0{,}4 = 40 \ \%.$$

**Ответ:** $\varphi_2 = 40$ %.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**

1. Закон Ома для полной цепи в первом и во втором случаях:

$$I_1 = \frac{\mathscr{E}}{R_1 + r}, \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{\mathscr{E}}{R_2 + r}. \quad (2)$$

2. Соответствующая им мощность, выделяющаяся во внешней цепи:

$$N_1 = I_1^2 R_1, \quad (3)$$

$$N_2 = I_2^2 R_2. \quad (4)$$

3. Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

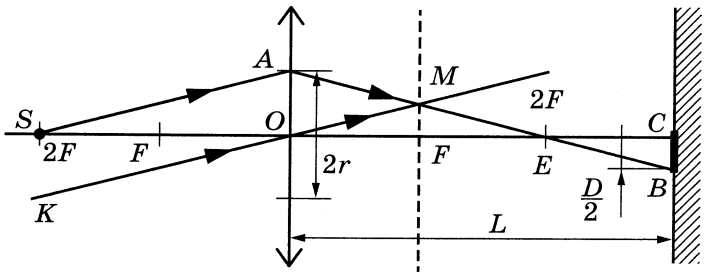
$$r = \frac{N_1 I_2 - N_2 I_1}{I_1 I_2 (I_2 - I_1)} = \frac{4 \cdot 5 - 10 \cdot 1}{1 \cdot 5 (5 - 1)} = 0{,}5 \text{ Ом}.$$

**Ответ:** $r = 0{,}5$ Ом.

**29** **Возможное решение**

1. Оптическая сила линзы $D_0 = 10$ дптр; значит, её фокусное расстояние

$$F = \frac{1}{D_0} = \frac{1}{10} = 0{,}1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$




2. Для получения светлого пятна на экране рассмотрим ход луча $SA$, который падает от источника, расположенного на двойном фокусном расстоянии от линзы, на край непрозрачной оправы. Чтобы построить преломлённый линзой луч, необходимо воспользоваться свойством тонкой собирающей линзы: все параллельные лучи пересекаются в одной точке фокальной плоскости. Строим параллельный лучу $SA$ луч $KO$, проходящий через оптический центр линзы $O$; находим его пересечение с фокальной плоскостью (точка $M$) и достраиваем преломлённый луч, который проходит через точки $A$ и $B$. Полученный луч $AB$ позволяет определить на экране крайнюю точку $B$ светлого пятна, радиус которого обозначен на рисунке как $BC$. Точка $E$ является действительным изображением источника $S$, так как в ней пересекаются идущие от источника лучи $SAB$ и $SOC$. Поэтому согласно формуле тонкой линзы $\frac{1}{OE} = \frac{1}{F} - \frac{1}{SO} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F}$, откуда $OE = 2F$.

3. Из подобия треугольников $EAO$ и $EBC$ получаем: $\frac{EO}{AO} = \frac{EC}{BC}$, или $\frac{2F}{r} = \frac{L - 2F}{D/2}$.

В итоге получаем: $D = \frac{r(L - 2F)}{F} = \frac{5 \cdot (30 - 2 \cdot 10)}{10} = 5$ см.

**Ответ:** $D = 5$ см.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Шарик имеет малые размеры по сравнению с размерами пружины и дальностью полёта, поэтому описываем его моделью материальной точки.
3. В процессе движения шарика по стволу к верхней точке своей траектории на него действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости $\vec{F}_y$ и сила реакции опоры $\vec{N}$. Изменение механической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу. В данном случае единственной такой силой является сила реакции опоры $\vec{N}$. В каждой точке траектории $\vec{N} \perp \vec{v}$, где $\vec{v}$ — скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{N}$ равна нулю, следовательно, механическая энергия шарика при его движении по стволу сохраняется.

**Решение**

По закону сохранения механической энергии $E_0 = \dfrac{mv_0^2}{2} + mgb\sin\alpha$, (1)

где $E_0$ — энергия сжатой пружины, а $v_0$ — скорость шарика в момент вылета из дула ружья.

Согласно формулам кинематики тела, брошенного под углом к горизонту, $L = v_0 t\cos\alpha$, $t = \dfrac{2v_0\sin\alpha}{g}$, где $t$ — время полёта. Следовательно, расстояние

$$L = \frac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha. \quad (2)$$

Комбинируя формулы (1) и (2), находим:

$$m = \frac{E_0}{g\left(\dfrac{L}{2\sin 2\alpha} + b\sin\alpha\right)} = \frac{0{,}25}{10\cdot\left(\dfrac{1}{2\cdot 0{,}866} + 0{,}5\cdot 0{,}5\right)} \approx 0{,}03 \text{ кг} = 30 \text{ г}.$$

**Ответ:** $m = 30$ г.

## Вариант 17

**24** **Возможное решение**

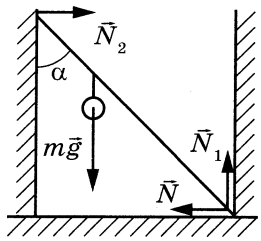
1. Плотность газа $\rho = \dfrac{m}{V}$, где $m$ — масса газа, $V$ — его объём. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона $p = \dfrac{m}{\mu V}RT = \dfrac{\rho}{\mu}RT$. На участке 1–2 плотность газа уменьшается, что означает увеличение его объёма. Давление газа при этом не изменяется, следовательно, согласно уравнению Менделеева — Клапейрона температура газа увеличивается.

2. В процессе 2–3 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p \sim \rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке уменьшается, объём газа увеличивается.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**25** **Возможное решение**




1. Поскольку стержень находится в равновесии (см. рисунок),

$$N_2 - N = 0, \quad (1)$$

$$mg - N_1 = 0. \quad (2)$$

2. Запишем уравнение моментов относительно оси, проходящей через нижнюю точку стержня в точке её касания стенки:

$$mgl\sin\alpha - N_2 L\cos\alpha = 0, \quad (3)$$

где $l$ — расстояние от правого конца стержня до точки подвеса шара, $L$ — длина стержня.

4. Решая систему уравнений (1)–(3), получим выражение для модуля силы $N$:

$$N = N_2 = \frac{mgl\sin\alpha}{L\cos\alpha} = \frac{mgl\cdot tg\alpha}{L} = \frac{5\cdot 10\cdot 2\cdot\sqrt{3}}{3} \approx 57{,}7 \text{ Н}.$$

**Ответ:** $N \approx 57{,}7$ Н.

**26** **Возможное решение**

1. Энергия одного фотона согласно формуле Планка равна

$$E_0 = h\nu, \quad (1)$$

где $\nu$ — длина световой волны, $h$ — постоянная Планка.

2. Мощность, поглощённая детектором, связана с энергией фотона и их количеством соотношением

$$P = \frac{NE_0}{\Delta t}, \quad (2)$$

где $\Delta t$ — промежуток времени, $N$ — количество поглощённых фотонов за это время.

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для искомого времени:

$$\Delta t = \frac{Nh\nu}{P} = \frac{5\cdot 10^5\cdot 6{,}6\cdot 10^{-34}\cdot 7\cdot 10^{14}}{3\cdot 10^{-14}} = 7{,}7 \text{ с}.$$

**Ответ:** $\Delta t = 7{,}7$ с.

**27** **Возможное решение**

Поскольку сосуды теплоизолированы, а газы при открытии вентиля работу не совершают, то в соответствии с первым началом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3\nu_1 RT_1}{2} + \frac{3\nu_2 RT_2}{2} = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2)RT_{\text{конеч}},$$

откуда $T_{\text{конеч}} = \frac{5}{3}T_1$.

В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона для парциальных давлений газов после открывания вентиля имеем:

$$p_1 = \frac{\nu_1 RT_{\text{конеч}}}{3V},$$

$$p_2 = \frac{\nu_2 RT_{\text{конеч}}}{3V}.$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Согласно закону Дальтона для суммарного давления смеси газов получаем:

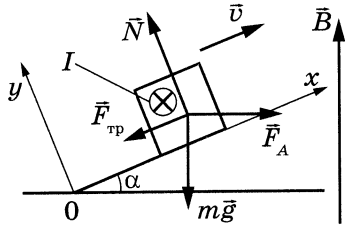
$$p = p_1 + p_2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_{\text{конеч}}}{3V} = \frac{\nu_1 RT_{\text{конеч}}}{V} = \frac{5}{3}\frac{\nu_1 RT_1}{V}.$$

**Ответ:** $p = \frac{5}{3}\frac{\nu_1 RT_1}{V}$.

**28** **Возможное решение**

1. На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила Ампера $\vec{F}_A$, равная по модулю $IBL$ и направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.

2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ (см. рисунок):




$$Ox\colon F_A\cos\alpha - mg\sin\alpha - F_{\text{тр}} = 0; \quad (1)$$

$$Oy\colon N - mg\cos\alpha - F_A\sin\alpha = 0. \quad (2)$$

Брусок скользит по наклонной плоскости, поэтому

$$F_{\text{тр}} = \mu N. \quad (3)$$

3. Решаем систему уравнений (1)–(3).

Из уравнения (2) выражаем $N$, подставляем полученное выражение в уравнение (3) и получаем выражение для $F_{\text{тр}}$. Подставив его в (1), получаем уравнение для $F_A$:

$$F_A\cos\alpha - mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha - \mu F_A\sin\alpha = 0.$$

Его решение:

$$F_A = IBL = mg\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha},$$

откуда

$$B = \frac{mg}{IL}\cdot\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha} = \frac{14\cdot10^{-3}\cdot10}{3\cdot0{,}4}\cdot\frac{\sin30^\circ + 0{,}2\cdot\cos30^\circ}{\cos30^\circ - 0{,}2\cdot\sin30^\circ} \approx 0{,}1 \text{ Тл}.$$

**Ответ:** $B \approx 0{,}1$ Тл.

**29** **Возможное решение**

1. Циклическая частота колебаний груза и циклическая частота колебаний его изображения одинаковы и равны $\omega$.

2. Максимальные скорости груза и его изображения связаны с амплитудами их колебаний следующим образом:

$$\upsilon_{\text{гр. макс.}} = \omega A_{\text{гр.}} \text{ и } \upsilon_{\text{из. макс.}} = \omega A_{\text{из.}}.$$

Следовательно, $\upsilon_{\text{гр. макс.}} = \frac{A_{\text{гр.}}}{A_{\text{из.}}}\upsilon_{\text{из. макс.}}$.

3. $\frac{A_{\text{из.}}}{A_{\text{гр.}}} = \Gamma$, где $\Gamma$ — увеличение, даваемое тонкой линзой.

$\Gamma = \frac{f}{d}$ с учётом того, что и изображение, и предмет действительные.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

4. Найдём увеличение, используя формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{f}+\frac{1}{d}=D,\ \text{откуда}\ d=\frac{f}{fD-1},\ \text{а}\ \Gamma=fD-1.$$

Окончательно: $\upsilon_{\text{гр. макс.}}=\dfrac{\upsilon_{\text{из. макс.}}}{(fD-1)}=\dfrac{1}{(5\cdot 0{,}5-1)}\approx 0{,}67$ м/с.

**Ответ:** $\upsilon_{\text{гр. макс.}}\approx 0{,}67$ м/с.

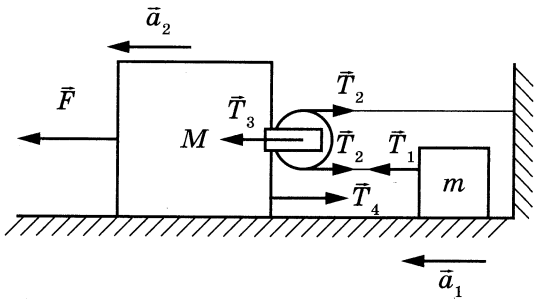
**30**

**Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Брусок и тело движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки независимо от их размеров.
3. Из пп. 1 и 2 следует, что движение бруска и тела в ИСО описывается вторым законом Ньютона.
4. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.
5. Нить нерастяжима, поэтому модули ускорений подвижного блока и тела $m$ при их прямолинейном поступательном движении отличаются в 2 раза.

**Решение**




Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную ось для тела и бруска:

$ma_1=T_1$; $Ma_2=F-T_4$, где $a_1$ и $a_2$ — ускорения тела и бруска, $T_1$ — сила натяжения нити, $T_4$ — сила, с которой блок действует на брусок.

Запишем второй закон Ньютона для невесомого блока: $0=T_3-2T_2$, где $T_3$ — сила, с которой брусок действует на блок, $T_2$ — сила натяжения нити, действующая на блок.

Поскольку нить невесома, то $|\vec{T}_1|=|\vec{T}_2|=T$. По третьему закону Ньютона $\vec{T}_3=-\vec{T}_4$, или $|\vec{T}_3|=|\vec{T}_4|$.

Ускорение бруска массой $M$ в 2 раза меньше ускорения тела массой $m$, так как за одно и то же время перемещение тела в 2 раза больше перемещения бруска: $a_1=2a_2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Приходим к системе уравнений: $\begin{cases} F-2T=Ma_2, \\ T=m\cdot 2a_2, \end{cases}$ откуда

$$a_2=\frac{F}{M+4m};\quad a_1=2a_2=\frac{2F}{M+4m}=\frac{2\cdot 10}{2+4\cdot 0{,}75}=4\ \text{м/с}^2.$$

**Ответ:** $a_1=4$ м/с$^2$.

## Вариант 18

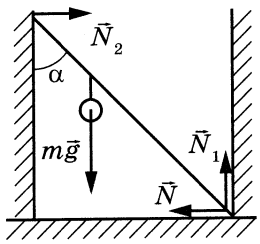
**24** **Возможное решение**

1. Плотность газа $\rho=\frac{m}{V}$, где $m$ — масса газа, $V$ — его объём. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона $p=\frac{m}{\mu V}RT=\frac{\rho}{\mu}RT$. На участке 1–2 давление изменяется пропорционально плотности газа: $p$ ~ $\rho$. Следовательно, в этом процессе температура газа не изменяется. Поскольку плотность газа на этом участке возрастает, объём газа уменьшается.

2. В процессе 2–3 плотность газа постоянна, следовательно, объём газа не меняется. Давление газа при этом уменьшается, следовательно, согласно уравнению Менделеева — Клапейрона температура газа также уменьшается.

**25** **Возможное решение**

1. Поскольку стержень находится в равновесии (см. рисунок),




$$N_2-N=0, \qquad (1)$$

$$mg-N_1=0. \qquad (2)$$

2. Запишем уравнение моментов относительно оси, проходящей через верхнюю точку стержня в точке её касания стенки:

$$mgl\sin\alpha+NL\cos\alpha-N_1L\sin\alpha=0, \qquad (3)$$

где $l$ — расстояние от левого конца стержня до точки подвеса шара, $L$ — длина стержня.

4. Решая систему уравнений (1)–(3), получим выражение для модуля силы $N$:

$$N=\frac{N_1L\sin\alpha-mgl\sin\alpha}{L\cos\alpha}=\frac{mg\sin\alpha(L-l)}{L\cos\alpha}=\frac{3\cdot 10\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot(3-1)}{3\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}}=20\ \text{Н}.$$

**Ответ:** $N$ = 20 Н.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

1. Энергия одного фотона согласно формуле Планка равна

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda}, \qquad (1)$$

где $\lambda$ — длина световой волны, $c$ — скорость света в вакууме, $h$ — постоянная Планка.

2. Мощность, поглощённая детектором, связана с энергией фотона и их количеством соотношением

$$P = \frac{NE_0}{\Delta t}, \qquad (2)$$

где $\Delta t$ — промежуток времени, $N$ — количество поглощенных фотонов за это время.

3. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для искомого времени:

$$\Delta t = \frac{Nhc}{P\lambda} = \frac{10^6 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^{-14}} = 6{,}6 \text{ с}.$$

**Ответ:** $\Delta t = 6{,}6$ с.

**27** **Возможное решение**

Поскольку сосуды теплоизолированы, а газы при открытии вентиля работу не совершают, то в соответствии с первым началом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3\nu_1 RT_1}{2} + \frac{3\nu_2 RT_2}{2} = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2) RT_{\text{конеч}},$$

откуда $T_{\text{конеч}} = 2{,}5T_1$.

В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона для парциальных давлений газов после открывания вентиля имеем:

$$p_1 = \frac{\nu_1 RT_{\text{конеч}}}{V_1 + V_2},$$

$$p_2 = \frac{\nu_2 RT_{\text{конеч}}}{V_1 + V_2}.$$

Согласно закону Дальтона для суммарного давления смеси газов получаем:

$$p = p_1 + p_2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT_{\text{конеч}}}{V_1 + V_2} = \frac{4\nu_1 RT_{\text{конеч}}}{2{,}5V} = \frac{4\nu_1 RT_1}{V}.$$

**Ответ:** $p = \dfrac{4\nu_1 RT_1}{V}$.

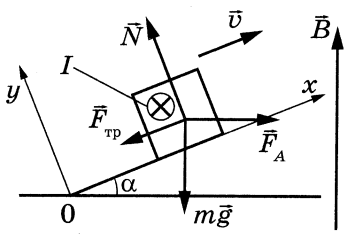
**28** **Возможное решение**

1. На проводник с током со стороны магнитного поля действует сила Ампера $\vec{F}_A$, равная по модулю $IBL$ и направленная горизонтально, перпендикулярно проводнику.

2. Силы, действующие на проводник, показаны на рисунке. Считая систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной, запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ (см. рисунок):

$$Ox\colon\ F_A \cos\alpha - mg \sin\alpha - F_{\text{тр}} = 0; \qquad (1)$$

$$Oy\colon\ N - mg \cos\alpha - F_A \sin\alpha = 0. \qquad (2)$$




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Брусок скользит по наклонной плоскости, поэтому

$$F_{тр} = \mu N. \qquad (3)$$

3. Решаем систему уравнений (1)–(3).

Из уравнения (2) выражаем $N$, подставляем полученное выражение в уравнение (3) и получаем выражение для $F_{тр}$. Подставив его в (1), получаем уравнение для $F_A$:

$$F_A \cos\alpha - mg \sin\alpha - \mu mg \cos\alpha - \mu F_A \sin\alpha = 0.$$

Его решение:

$$F_A = IBL = mg\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha},$$

откуда

$$I = \frac{mg}{BL}\cdot\frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha} = \frac{20\cdot10^{-3}\cdot10}{0{,}04\cdot0{,}4}\cdot\frac{\sin30^\circ + 0{,}2\cdot\cos30^\circ}{\cos30^\circ - 0{,}2\cdot\sin30^\circ} \approx 11 \text{ А}.$$

**Ответ:** $I \approx 11$ А.

**29** **Возможное решение**

1. Циклическая частота колебаний груза и циклическая частота колебаний его изображения одинаковы и равны ω.

2. Максимальные скорости груза и его изображения связаны с амплитудами их колебаний следующим образом:

$$\upsilon_{гр.\ макс.} = \omega A_{гр.} \text{ и } \upsilon_{из.\ макс.} = \omega A_{из.}.$$

Следовательно, $\upsilon_{гр.\ макс.} = \frac{A_{гр.}}{A_{из.}}\upsilon_{из.\ макс.}$.

3. $\frac{A_{из.}}{A_{гр.}} = \Gamma$, где Γ — увеличение, даваемое тонкой линзой.

$\Gamma = \frac{f}{d}$ с учётом того, что и изображение, и предмет действительные.

4. Найдём увеличение, используя формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D, \text{ откуда } d = \frac{f}{fD-1}, \text{ а } \Gamma = fD - 1.$$

Окончательно: $\upsilon_{из.\ макс.} = \upsilon_{гр.\ макс.}(fD-1) = 4\cdot(5\cdot0{,}5-1) = 6$ м/с.

**Ответ:** $\upsilon_{гр.\ макс.} = 6$ м/с.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

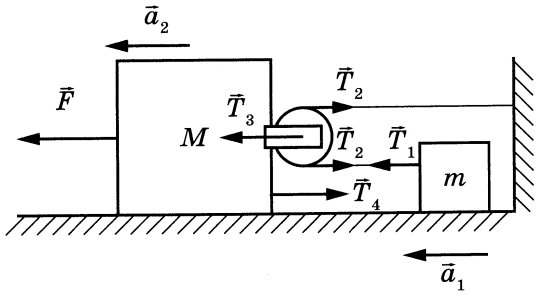
1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Брусок и тело движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки независимо от их размеров.
3. Из пп. 1 и 2 следует, что движение бруска и тела в ИСО описывается вторым законом Ньютона.
4. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

5. Нить нерастяжима, поэтому модули ускорений подвижного блока и тела $m$ при их прямолинейном поступательном движении отличаются в 2 раза.

**Решение**




Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную ось для тела и бруска:

$ma_1 = T_1$; $Ma_2 = F - T_4$, где $a_1$ и $a_2$ — ускорения тела и бруска, $T_1$ — сила натяжения нити, $T_4$ — сила, с которой блок действует на брусок.

Запишем второй закон Ньютона для невесомого блока:

$0 = T_3 - 2T_2$, где $T_3$ — сила, с которой брусок действует на блок, $T_2$ — сила натяжения нити, действующая на блок.

Поскольку нить невесома, то $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. По третьему закону Ньютона $\vec{T}_3 = -\vec{T}_4$, или $|\vec{T}_3| = |\vec{T}_4|$.

Ускорение подвижного блока, а значит, и бруска массой M, в 2 раза меньше ускорения тела массой $m$, так как за одно и то же время перемещение тела в 2 раза больше перемещения бруска: $a_1 = 2a_2$.

Приходим к системе уравнений: $\begin{cases} F - 2T = Ma_2, \\ T = m \cdot 2a_2, \end{cases}$ откуда

$$a_2 = \frac{F}{M + 4m} = \frac{10}{2 + 4 \cdot 0{,}75} = 2 \text{ м/с}^2.$$

**Ответ:** $a_2 = 2$ м/с$^2$.

## Вариант 19

**24**

**Возможное решение**

1. Вначале изображением источника была точка в задней фокальной плоскости линзы, расположенная ниже главной оптической оси, так как все параллельные лучи линза собирает в одной точке фокальной плоскости. Положение этой точки определяется углом падения лучей на линзу (рис. *а*).

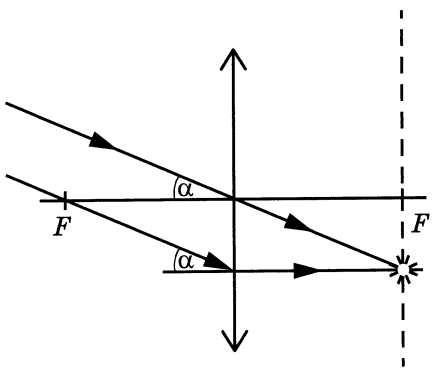



Рис. *а*

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Плоскопараллельная пластина в соответствии с законом преломления света не нарушает параллельности лучей, а только смещает падающие лучи параллельно вверх (рис. *б*).

3. Так как угол падения лучей на линзу не изменился, то и положение изображения не изменится (рис. *б*).

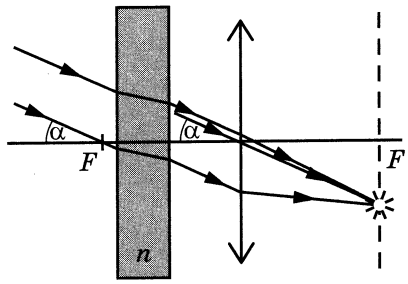



Рис. *б*

**25** **Возможное решение**

При установившемся движении ускорение груза равно ускорению лифта и груз неподвижен относительно кабины лифта. Запишем второй закон Ньютона для груза: $ma = k\Delta x - mg$.

Ускорение можно найти из уравнения кинематики для движения лифта:

$$S = \frac{at^2}{2},\ a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2\cdot 5}{4} = 2{,}5\ \text{м/с}^2.$$

Следовательно, для удлинения пружины получим:

$$\Delta x = \frac{m(g+a)}{k} = \frac{0{,}4(10+2{,}5)}{100} = 5\ \text{см}.$$

**Ответ:** $\Delta x = 5$ см.

**26** **Возможное решение**

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для первого случая:

$$h\nu_1 = A_{\text{вых}} + E_1.$$

Для второго случая: $h\nu_2 = A_{\text{вых}} + E_2$, по условию $\nu_2 = 2\nu_1$.

Следовательно, $2h\nu_1 = A_{\text{вых}} + E_2$.

Проведя преобразования, получим

$$A_{\text{вых}} = E_2 - 2E_1 = 3{,}95 - 2\cdot 1{,}2 = 1{,}55\ \text{эВ}.$$

**Ответ:** $A_{\text{вых}} = 1{,}55$ эВ.

**27** **Возможное решение**

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{об}}g$.
Силы выражены через радиус оболочки $r$: $\rho_в gV = m_{\text{об}}g + m_{\text{He}}g = bSg + \rho_{\text{He}}Vg \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_в g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}} \cdot g\frac{4}{3}\pi r^3$, откуда радиус: $r = \frac{3b}{\rho_в - \rho_{\text{He}}}$, где $b$ — отношение массы оболочки к её площади.

Плотности гелия и воздуха находим из уравнения Менделеева — Клапейрона:

$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, откуда $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}p}{RT}$, $\rho_в = \frac{M_в p}{RT}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Тогда радиус оболочки: $r = \dfrac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})}$,

её масса: $m = 4\pi r^2 \cdot b = 4\pi\left[\dfrac{3RT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})}\right]^2 b^3$.

Отсюда $b = \left\{\dfrac{m}{4\pi}\left[\dfrac{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})}{3RT}\right]^2\right\}^{\frac{1}{3}} = \left\{\dfrac{500}{4 \cdot 3{,}14}\left[\dfrac{10^5\left(29 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}\right)}{3 \cdot 8{,}31 \cdot 273}\right]^2\right\}^{\frac{1}{3}} \approx 1{,}75$ кг/м$^2$.

**Ответ:** масса одного квадратного метра материала оболочки шара $m_0 \approx 1{,}75$ кг.

**28** **Возможное решение**

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле $\dfrac{mv^2}{2} = qU$, (1)

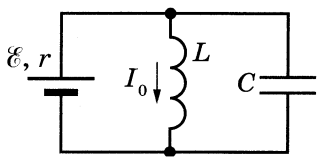
где $m$, $v$ и $q$ — соответственно масса, скорость и заряд иона.
В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции. Модуль силы Лоренца $F_{\text{л}} = qvB$, она придаёт иону центростремительное ускорение $a_{\text{ц}} = \dfrac{v^2}{R}$. Получаем: $qvB = m\dfrac{v^2}{R}$. (2)

Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2B^2}{2U} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}.$$

Ответ: $\dfrac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл.

**29** **Возможное решение**




1. Непосредственно перед размыканием ключа К ток через конденсатор равен нулю, по катушке течёт ток $I_0 = \dfrac{\mathscr{E}}{r}$, напряжение $U_{0C}$ на конденсаторе равно напряжению на катушке, поэтому $U_{0C} = 0$.

2. После размыкания ключа К в контуре возникают гармонические электромагнитные колебания. Энергия электромагнитных колебаний в контуре сохраняется:

$\dfrac{LI^2}{2} + \dfrac{CU^2}{2} = \dfrac{LI_0^2}{2}$, откуда получаем: $U = \sqrt{\dfrac{L}{C}\left(I_0^2 - I^2\right)}$.

Учитывая, что $I_0 = \dfrac{\mathscr{E}}{r}$, получим: $U = \sqrt{\dfrac{L}{C}\left(\dfrac{\mathscr{E}^2}{r^2} - I^2\right)} = \sqrt{\dfrac{10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}}\left(\dfrac{9}{4} - 1\right)} = 5$ В.

**Ответ:** $U = 5$ В.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. В ИСО изменение механической энергии тела равно работе всех приложенных к телу непотенциальных сил. При движении бруска вниз и вверх по наклонной плоскости на него действуют потенциальная сила тяжести и сила реакции опоры $\vec{N}$, перпендикулярная перемещению бруска (трения нет, так как поверхность гладкая). Поэтому работа силы $\vec{N}$ при движении бруска по наклонной плоскости равна нулю. Следовательно, механическая энергия бруска при его движении до удара сохраняется. Аналогично сохраняется механическая энергия бруска и при его движении после удара.
3. Закон сохранения импульса выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. В данном случае выбранную ось направим параллельно движению бруска. Проекции на эту наклонную ось сил тяжести, действующих на брусок и на пулю, не равны нулю. Но надо учесть, что при столкновении бруска и пули импульс каждого из двух тел меняется на конечную величину, тогда как время столкновения мало. Следовательно, на каждое из двух тел в это время действовала огромная сила (это силы взаимодействия бруска и пули), по сравнению с которой сила тяжести ничтожна. Поэтому при столкновении тел силы тяжести не учитываем. Вследствие этого при описании столкновения бруска с пулей соблюдается закон сохранения импульса для системы тел «брусок + пуля».

**Решение**

1. Найдём скорость $v_1$, которую брусок приобрёл, пройдя путь $x$. Используем закон сохранения механической энергии:

$$Mgx\sin\alpha = \frac{Mv_1^2}{2},\ v_1 = \sqrt{2gx\sin\alpha}. \qquad (1)$$

2. Учитывая абсолютно неупругий удар пули и бруска, запишем закон сохранения импульса для этих тел:

$$mv - Mv_1 = (M+m)v_2, \qquad (2)$$

где $v$ — скорость пули, $v_2$ — скорость, которую приобретут тела после абсолютно неупругого удара.

3. По закону сохранения механической энергии бруска при его подъёме по наклонной плоскости на расстояние $S$:

$$\frac{(M+m)v_2^2}{2} = (M+m)gS\sin\alpha,\quad v_2 = \sqrt{2gS\sin\alpha}. \qquad (3)$$

4. Тогда $m = \dfrac{M\sqrt{2g\sin\alpha}(\sqrt{x}+\sqrt{S})}{v - \sqrt{2gS\sin\alpha}} = \dfrac{0{,}25\sqrt{2\cdot 10\cdot \sin 30^\circ}(\sqrt{3{,}6}+\sqrt{2{,}5})}{555 - \sqrt{2\cdot 10\cdot 2{,}5\cdot \sin 30^\circ}} = 0{,}005$ кг.

**Ответ:** $m = 5$ г.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 20

**24** **Возможное решение**

1. Вначале изображением источника была точка в задней фокальной плоскости линзы, расположенная выше главной оптической оси, так как все параллельные лучи линза собирает в одной точке фокальной плоскости. Положение этой точки определяется углом падения лучей на линзу (рис. *а*).

2. Плоскопараллельная пластина в соответствии с законом преломления света не нарушает параллельности лучей, а только смещает падающие лучи параллельно вниз (рис. *б*).

3. Так как угол падения лучей на линзу не изменился, то и положение изображения не изменится (рис. *б*).

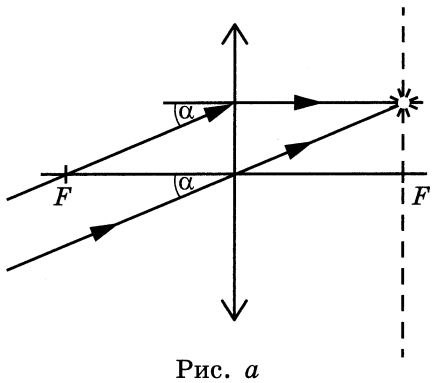


Рис. *а*

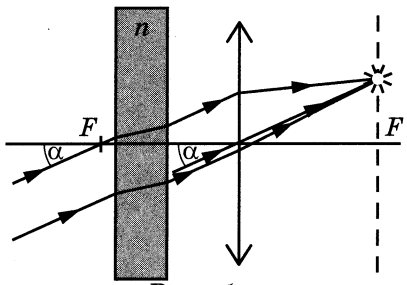


Рис. *б*

**25** **Возможное решение**

При установившемся движении ускорение груза равно ускорению лифта и груз неподвижен относительно кабины лифта. Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось, направленную по направлению движения лифта:

$$ma = mg - k\Delta x.$$

Ускорение можно найти из уравнения кинематики для движения лифта:

$$S = \frac{at^2}{2}, a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \cdot 5}{4} = 2{,}5 \text{ м/с}^2.$$

Следовательно, для массы груза получим:

$$m = \frac{k\Delta x}{(g - a)} = \frac{100 \cdot 0{,}015}{10 - 2{,}5} = 0{,}2 \text{ кг} = 200 \text{ г}.$$

**Ответ:** $m = 200$ г.

**26** **Возможное решение**

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для первого случая:

$$h\frac{c}{\lambda_1} = A_{\text{вых}} + E_1.$$

Для второго случая: $h\frac{c}{\lambda_2} = A_{\text{вых}} + E_2$ по условию $\lambda_2 = \frac{1}{2}\lambda_1$.

Следовательно, $2h\frac{c}{\lambda_1} = A_{\text{вых}} + E_2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Проведя преобразования, получим

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 = 3{,}95 - 1{,}2 = 2{,}75 \text{ эВ}.$$

**Ответ:** $\frac{hc}{\lambda_1} = 2{,}75$ эВ.

**27** **Возможное решение**

II закон Ньютона в проекциях на вертикаль: $F_A = m_{He}g + m_{об}g$.

Силы выражены через радиус оболочки $r$: $\rho_в gV = m_{об}g + m_{He}g = bSg + \rho_{He}Vg \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_в g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{He} g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$, откуда радиус оболочки: $r = \frac{3b}{\rho_в - \rho_{He}}$,

где $b = 2$ кг/м$^2$ — отношение массы оболочки к её площади.

Плотности гелия и воздуха находим из уравнения Менделеева — Клапейрона:

$pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, откуда $\rho_{He} = \frac{M_{He}p}{RT}$, $\rho_в = \frac{M_в p}{RT}$.

Радиус оболочки: $r = \frac{3bRT}{p(M_в - M_{He})} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 8{,}31 \cdot 273}{10^5 \cdot \left(29 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}\right)} \approx 5{,}44$ м, её масса:

$m = 4\pi r^2 \cdot b \approx 4 \cdot 3{,}14 \cdot 5{,}44^2 \cdot 2 \approx 743$ кг.

**Ответ:** $m \approx 743$ кг.

**28** **Возможное решение**

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле

$$\frac{mv^2}{2} = qU, \qquad (1)$$

где $m$, $v$ и $q$ — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции, равная по модулю $F_Л = qvB$ и придающая ему центростремительное ускорение $a_ц = \frac{v^2}{R}$. Получаем:

$$qvB = m\frac{v^2}{R}. \qquad (2)$$

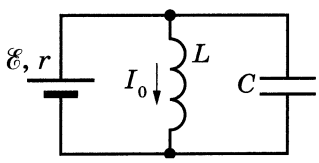
Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

$$B = \frac{1}{R}\sqrt{2U\frac{m}{q}} = \frac{1}{0{,}2}\sqrt{2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 0{,}5 \text{ Тл}.$$

**Ответ:** $B = 0{,}5$ Тл.

**29** **Возможное решение**

1. Непосредственно перед размыканием ключа К ток через конденсатор равен нулю, по катушке течёт ток $I_0 = \frac{\mathscr{E}}{r}$, напряжение $U_{0C}$ на конденсаторе равно напряжению на катушке, поэтому $U_{0C} = 0$.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. После размыкания ключа К в контуре возникают гармонические электромагнитные колебания. Энергия электромагнитных колебаний в контуре сохраняется: $\frac{LI^2}{2}+\frac{CU^2}{2}=\frac{LI_0^2}{2}$, откуда получаем: $C=\frac{L\left(I_0^2-I^2\right)}{U^2}$.

Учитывая, что $U=\mathscr{E}$, $I_0=\frac{\mathscr{E}}{r}$, получим:

$$C=L\left(\frac{1}{r^2}-\frac{I^2}{\mathscr{E}^2}\right)=10^{-3}\cdot\left(\frac{1}{4}-0{,}16\right)=90\cdot10^{-6}\ \text{Ф}.$$

**Ответ:** $C$ = 90 мкФ.

**30**

**Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. В ИСО изменение механической энергии тела равно работе всех приложенных к телу непотенциальных сил. При движении бруска вниз и вверх по наклонной плоскости на него действуют потенциальная сила тяжести и сила реакции опоры $\vec{N}$, перпендикулярная перемещению бруска (трения нет, так как поверхность гладкая). Поэтому работа силы $\vec{N}$ при движении бруска по наклонной плоскости равна нулю. Следовательно, механическая энергия бруска при его движении до удара сохраняется. Аналогично сохраняется механическая энергия бруска и при его движении после удара.
3. Закон сохранения импульса выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. В данном случае выбранную ось направим параллельно движению бруска. Проекции на эту наклонную ось сил тяжести, действующих на брусок и на пулю, не равны нулю. Но надо учесть, что при столкновении бруска и пули импульс каждого из двух тел меняется на конечную величину, тогда как время столкновения мало. Следовательно, на каждое из двух тел в это время действовала огромная сила (это силы взаимодействия бруска и пули), по сравнению с которой сила тяжести ничтожна. Поэтому при столкновении тел силы тяжести не учитываем. Вследствие этого при описании столкновения бруска с пулей соблюдается закон сохранения импульса для системы тел «брусок + пуля».

**Решение**

1. Найдём скорость $v_1$, которую брусок приобрёл, пройдя путь $x$. Используем закон сохранения механической энергии:

$$Mgx\sin=\frac{Mv_1^2}{2},\quad v_1=\sqrt{2gx\sin\alpha}. \qquad (1)$$

2. Учитывая абсолютно неупругий удар пули и бруска, запишем закон сохранения импульса для этих тел:

$$mv-Mv_1=(M+m)v_2, \qquad (2)$$

где $v$ — скорость пули, $v_2$ — скорость, которую приобретут тела после абсолютно неупругого удара.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. По закону сохранения механической энергии бруска при его подъёме по наклонной плоскости на расстояние $S$:

$$\frac{(M+m)v_2^2}{2} = (M+m)gS\sin\alpha,\quad v_2 = \sqrt{2gS\sin\alpha}. \qquad (3)$$

4. Тогда

$$v = \frac{M}{m}\sqrt{2gx\sin\alpha} + \left(\frac{M}{m}+1\right)\sqrt{2gS\sin\alpha},$$

$$v = 50\sqrt{2\cdot 10\cdot 3{,}6\cdot 0{,}5} + 51\cdot\sqrt{2\cdot 10\cdot 2{,}5\cdot 0{,}5} = 555\ \text{м/с}.$$

**Ответ:** $v = 555$ м/с.

## Вариант 21

**24** **Возможное решение**

1. Вектор результирующего магнитного поля в точке $O$ равен нулю. Если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное, то вектор результирующего магнитного поля будет направлен горизонтально вправо.

2. Вокруг каждого из проводников возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля определяется правилом буравчика (см. рис. *а*). Вектор индукции результирующего магнитного поля в точке $O$ определяется принципом суперпозиции: $\vec{B}_{\Sigma 1} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$, где $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ — векторы индукции магнитных полей в точке $O$, созданных каждым проводником отдельно. Поскольку точка $O$ равноудалена от каждого проводника и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то $|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = B$.

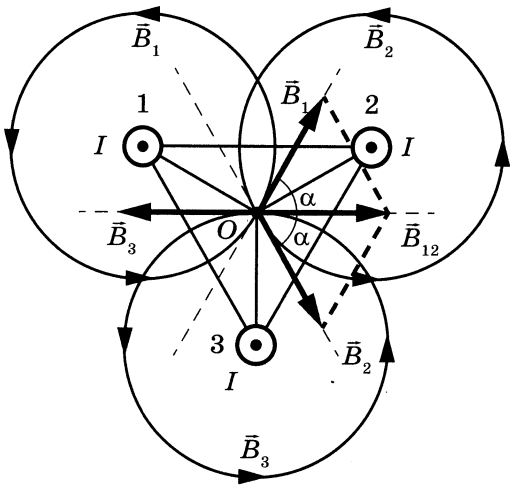



Рис. *а*

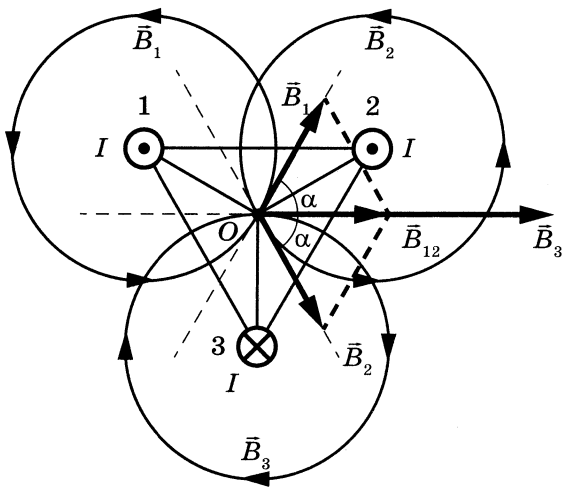



Рис. *б*

3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ составляет 120°, а значит, $\alpha = 60°$. Следовательно,

$$|\vec{B}_{12}| = |\vec{B}_1|\cos\alpha + |\vec{B}_2|\cos\alpha = 2B\cos 60° = B.$$

Таким образом, $\vec{B}_{\Sigma 1} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = 0$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

4. Если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное, то вектор индукции магнитного поля, созданного этим проводником в точке $O$, будет направлен горизонтально вправо (см. рис. *б*).

Таким образом,

$$\vec{B}_{\Sigma 2} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3' \neq 0 \quad \text{и} \quad \left|\vec{B}_{\Sigma 2}\right| = \left|\vec{B}_{12}\right| + \left|\vec{B}_3'\right| = 2B\,.$$

Следовательно, после изменения направления тока в проводнике 3 вектор индукции результирующего магнитного поля в точке $O$ будет направлен горизонтально вправо.

**25** **Возможное решение**

Запишем для двух грузов второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось:

$$Ma_1 = Mg - T_1\,;\ \ ma_2 = T_2 - mg\,.$$

Так как нить невесома и нерастяжима, а блок идеальный, то

$$a_1 = a_2 = a;\ \ T_1 = T_2 = T.$$

Для пути, который прошёл левый груз, можно записать соотношение

$$S = \frac{v^2}{2a}\,.$$

Тогда для силы натяжения нити получим:

$$T = m\left(\frac{v^2}{2S} + g\right) = 1 \cdot \left(\frac{4^2}{2 \cdot 2} + 10\right) = 14 \ \text{Н}.$$

**Ответ:** $T = 14$ Н.

**26** **Возможное решение**

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

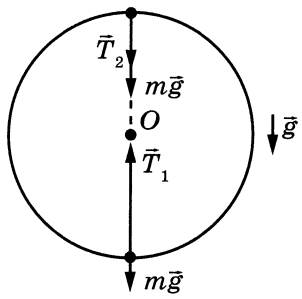
$$h\nu = A_{\text{вых}} + E, \ \text{где} \ E = eU_з\,.$$

Следовательно: $U_з = \dfrac{h\nu - A_{\text{вых}}}{e} = \dfrac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{15} - 3{,}8 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 2{,}8$ В.

**Ответ:** $U_з = 2{,}8$ В.

**27** **Возможное решение**

1. Центростремительное ускорение шарика во всех точках траектории одинаково: $a_{\text{ц}} = \omega^2 l = \dfrac{4\pi^2}{\tau^2} l \approx 200$ м/с$^2$ > g. Поэтому в верхней точке траектории сила, действующая на шарик со стороны стержня, направлена вертикально вниз.




2. В нижней и в верхней точках траектории на шарик действуют сила тяжести $m\vec{g}$, силы со стороны стержня $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ соответственно (см. рисунок).

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление для этих двух моментов движения шарика:

$$ma_{\text{ц}} = T_1 - mg\,, \qquad (1)$$

$$ma_{\text{ц}} = T_2 + mg\,, \qquad (2)$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

где $a_ц = \omega^2 l$ — центростремительное ускорение шарика в нижней и в верхней точках, $\omega$ — угловая скорость вращения шарика.

3. Угловая скорость связана с периодом вращения шарика как $\omega = \dfrac{2\pi}{\tau}$.

4. Объединяя записанные выражения (1) и (2), найдём массу шарика $m = \dfrac{\Delta T}{2g}$.

5. Окончательно получим

$$T_2 = m\left(\omega^2 l - g\right) = \frac{\Delta T}{2g}\left(\frac{4\pi^2 l}{\tau^2} - g\right) = \frac{0{,}4}{2 \cdot 10}\left(\frac{4 \cdot 3{,}14^2 \cdot 0{,}2}{0{,}2^2} - 10\right) \approx 3{,}7 \text{ Н}.$$

Ответ: $T_2 \approx 3{,}7$ Н.

**28** **Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы $R_1$, $R_2$ и катушку $L$. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r} = \dfrac{18}{10 + 6 + 2} = 1$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_2 = 1 \cdot 6 = 6$ В, так как напряжение на катушке равно 0. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 36}{2} = 108 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 108 \text{ мкДж},$$

а в катушке индуктивности —

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 6 \text{ мкДж}.$$

После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе $R_2$: $Q = W_C + W_L = 108 + 6 = 114$ мкДж.

**Ответ:** $Q = 114$ мкДж.

**29** **Возможное решение**

1. Если изображения двух точечных источников находятся в одной и той же точке, то один из источников находится за фокусом, а другой — перед фокусом линзы. Первое изображение будет действительным, а второе — мнимым. Расстояние от первого источника до линзы $d = 15$ см, поэтому расстояние от второго источника до линзы $x = L - d = 7{,}5$ см $< d$. Следовательно, именно второй источник находится между линзой и её фокусом, и его изображение будет мнимым.

2. Запишем формулу тонкой линзы для первого источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \qquad (1)$$

$f$ — расстояние от линзы, на котором находится изображение первого источника. Запишем формулу тонкой линзы для второго источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x} - \frac{1}{f}. \qquad (2)$$

Знак «минус» перед последним слагаемым указывает на то, что изображение будет в этом случае мнимым.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Складывая уравнения (1) и (2), получим:

$$x = \frac{Fd}{2d - F}. \qquad (3)$$

4. Тогда $L = x + d = \frac{2d^2}{2d - F}$, $F = \frac{2d(L - d)}{L} = \frac{2 \cdot 0{,}15(0{,}225 - 0{,}15)}{0{,}225} = 0{,}1$ м $= 10$ см.

**Ответ:** $F = 10$ см.

**30**

**Возможное решение**

**Обоснование**

Согласно условию объёмом жидкого бензола следует пренебречь. В то же время возникающие при кипении пары бензола изобарно расширяются, увеличивая свой объём. И это увеличение объёма $\Delta V$, судя по условию, заметно. В объёме $\Delta V$ находятся только пары бензола, образовавшиеся при кипении. Следовательно, объём массы пара во много раз больше объёма жидкости, из которой он образовался. Отсюда следует, что объём в паре, приходящийся в среднем на одну молекулу $\Delta V / N$, много больше объёма одной молекулы и поэтому среднее расстояние между соседними молекулами пара много больше их размера. Таким образом, пары бензола в этой задаче являются разреженным газом и их можно описывать моделью идеального газа.

**Решение**

1. В соответствии с первым началом термодинамики подводимое количество теплоты равно сумме изменения внутренней энергии системы и совершённой механической работы: $Q = \Delta U + A$. При кипении бензола происходит его изобарное расширение. Работа пара $A = p\Delta V$, где $p$ — атмосферное давление, $\Delta V$ — изменение объёма.
2. Считая пар идеальным газом, воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона для определения изменения объёма за счёт испарившегося бензола массой $\Delta m$: $p\Delta V = \frac{\Delta m}{M} RT$, где $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная масса бензола, $T = 80 + 273 = 353$ К — температура кипения бензола. Отсюда $A = \frac{\Delta m RT}{M}$.
3. Количество теплоты $Q$, необходимое для испарения массы $\Delta m$ бензола, пропорционально удельной теплоте парообразования $Q = \Delta m L$.
4. Искомая величина определяется отношением

$$\eta = \frac{\Delta U}{Q} = \frac{Q - A}{Q} = 1 - \frac{RT}{ML} = 1 - \frac{8{,}31 \cdot 353}{78 \cdot 10^{-3} \cdot 396 \cdot 10^3} \approx 0{,}905.$$

**Ответ:** $\eta \approx 0{,}905$.

## Вариант 22

**24**

**Возможное решение**

1. Вектор результирующего магнитного поля в точке $O$ равен нулю. Если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное, то вектор результирующего магнитного поля будет направлен горизонтально влево.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Вокруг каждого из проводников возникает магнитное поле, линии индукции которого являются окружностями. Направление линий индукции магнитного поля определяется правилом буравчика (см. рис. *а*). Вектор индукции результирующего магнитного поля в точке $O$ определяется принципом суперпозиции: $\vec{B}_{\Sigma 1} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$, где $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ — векторы индукции магнитных полей в этой же точке, созданных каждым проводником отдельно. Поскольку точка $O$ равноудалена от каждого проводника и по проводникам протекают токи одинаковой силы, то $\left|\vec{B}_1\right| = \left|\vec{B}_2\right| = \left|\vec{B}_3\right| = B$.

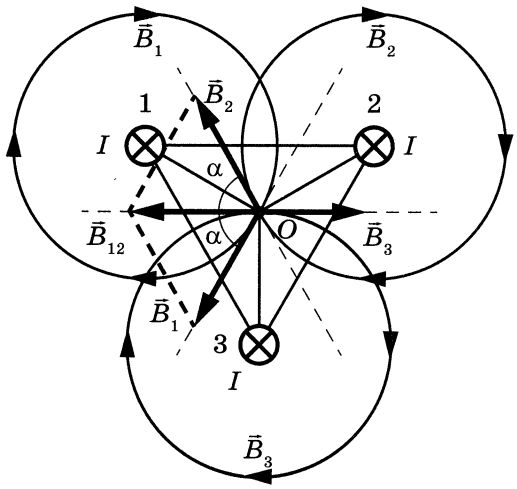



Рис. *а*

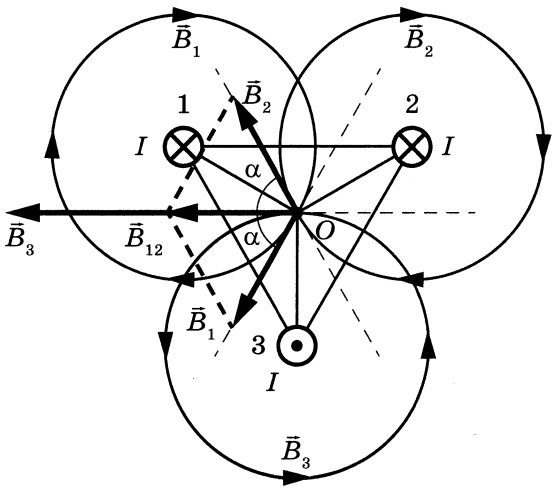



Рис. *б*

3. Из геометрических построений видно, что угол между векторами $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ составляет 120°, а значит, $\alpha = 60°$. Следовательно,

$$\left|\vec{B}_{12}\right| = \left|\vec{B}_1\right|\cos\alpha + \left|\vec{B}_2\right|\cos\alpha = 2B\cos 60° = B.$$

Таким образом,

$$\vec{B}_{\Sigma 1} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = 0.$$

4. Если направление электрического тока в проводнике 3 изменить на противоположное, то вектор индукции магнитного поля, созданного этим проводником в точке $O$, будет направлен горизонтально влево (см. рис. *б*).

Таким образом, $\vec{B}_{\Sigma 2} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3' \neq 0$ и $\left|\vec{B}_{\Sigma 2}\right| = \left|\vec{B}_{12}\right| + \left|\vec{B}_3'\right| = 2B$. Следовательно, после изменения направления тока в проводнике 3 вектор индукции результирующего магнитного поля будет направлен в точке $O$ горизонтально влево.

**25** **Возможное решение**

Запишем для двух грузов второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось: $Ma_1 = Mg - T_1$; $ma_2 = T_2 - mg$.

Так как нить невесома и нерастяжима, а блок идеальный, то $a_1 = a_2 = a$; $T_1 = T_2 = T$.

Для скорости, которую приобрёл правый груз, можно записать соотношение $v = at$.

Тогда для силы натяжения нити получим: $T = m\left(\frac{v}{t} + g\right) = 1 \cdot \left(\frac{4}{1} + 10\right) = 14$ Н.

**Ответ:** $T = 14$ Н.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E, \text{ где } E = eU_{\text{з}}.$$

Следовательно:

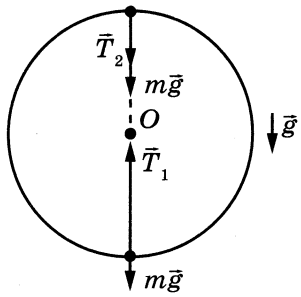
$$A_{\text{вых}} = h\nu - eU_{\text{з}} = 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 8 \cdot 10^{14} - 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}6 = 4{,}32 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2{,}7 \text{ эВ}.$$

**Ответ:** $A_{\text{вых}} = 2{,}7$ эВ.

**27** **Возможное решение**

1. Центростремительное ускорение шарика во всех точках траектории одинаково: $a_{\text{ц}} = \omega^2 l = \dfrac{4\pi^2}{\tau^2} l \approx 200 \text{ м/с}^2 > g$.

Поэтому в верхней точке траектории сила, действующая на шарик со стороны стержня, направлена вертикально вниз.




2. В нижней и в верхней точках траектории на шарик действуют сила тяжести $m\vec{g}$, силы со стороны стержня $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ соответственно (см. рисунок).

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление для этих двух моментов движения шарика:

$$ma_{\text{ц}} = T_1 - mg, \quad (1)$$

$$ma_{\text{ц}} = T_2 + mg, \quad (2)$$

где $a_{\text{ц}} = \omega^2 l$ — центростремительное ускорение шарика в нижней и в верхней точках, $\omega$ — угловая скорость вращения шарика.

3. Угловая скорость связана с периодом вращения шарика как $\omega = \dfrac{2\pi}{\tau}$.

4. Объединяя записанные выражения (1) и (2), найдём массу шарика $m = \dfrac{\Delta T}{2g}$.

5. Окончательно получим

$$T_1 = m\left(\omega^2 l + g\right) = \frac{\Delta T}{2g}\left(\frac{4\pi^2 l}{\tau^2} + g\right) = \frac{0{,}4}{2 \cdot 10}\left(\frac{4 \cdot 3{,}14^2 \cdot 0{,}2}{0{,}2^2} + 10\right) \approx 4{,}1 \text{ Н}.$$

**Ответ:** $T_1 \approx 4{,}1$ Н.

**28** **Возможное решение**

До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые резисторы $R_1$, $R_2$ и катушку $L$. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2 + r} = \dfrac{12}{8 + 3 + 1} = 1$ А. При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_2 = 1 \cdot 3 = 3$ В, так как напряжение на катушке равно 0. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 9}{2} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 18 \text{ мкДж},$$

а в катушке индуктивности —

$$W_L = \frac{LI^2}{2} = \frac{24 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 12 \text{ мкДж}.$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

После размыкания ключа вся накопленная в элементах цепи энергия выделится в виде тепла на резисторе $R_2$: $Q = W_C + W_L = 18 + 12 = 30$ мкДж.

**Ответ:** $Q = 30$ мкДж.

**29** **Возможное решение**

1. Фокусное расстояние линзы равно $F = 1/D = 10$ см.

2. Если изображения двух точечных источников находятся в одной и той же точке, то один из источников находится за фокусом, а другой — перед фокусом линзы. Первое изображение будет действительным, а второе — мнимым. Запишем формулу тонкой линзы для первого источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \quad (1)$$

$f$ — расстояние от линзы, на котором находится изображение первого источника.

3. Запишем формулу тонкой линзы для второго источника:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x} - \frac{1}{f}. \quad (2)$$

Поскольку $x < F$, то мнимым будет изображение именно второго источника. Знак «минус» перед последним слагаемым указывает на то, что изображение будет в этом случае мнимым.

4. Складывая уравнения (1) и (2), получим:

$$d = \frac{xF}{2x - F} = \frac{7{,}5 \cdot 10}{15 - 10} = 15\,\text{см}.$$

**Ответ:** $d = 15$ см.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

Согласно условию объёмом жидкого ацетона следует пренебречь. В то же время возникающие при кипении пары ацетона изобарно расширяются, увеличивая свой объём. И это увеличение объёма $\Delta V$, судя по условию, заметно. В объёме $\Delta V$ находятся только пары ацетона, образовавшиеся при кипении. Следовательно, объём массы пара во много раз больше объёма жидкости, из которой он образовался. Отсюда следует, что объём в паре, приходящийся в среднем на одну молекулу $(\Delta V / N)$, много больше объёма одной молекулы и поэтому среднее расстояние между соседними молекулами пара много больше их размера. Таким образом, пары ацетона в этой задаче являются разреженным газом, и их можно описывать моделью идеального газа.

**Решение**

1. В соответствии с первым началом термодинамики подводимое количество теплоты равно сумме изменения внутренней энергии системы и совершённой механической работы: $Q = \Delta U + A$. При кипении ацетона происходит его изобарное расширение. Работа пара $A = p\Delta V$, где $p$ — атмосферное давление, $\Delta V$ — изменение объёма.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

2. Считая пар идеальным газом, воспользуемся уравнением Менделеева — Клапейрона для определения изменения объёма за счёт испарившегося ацетона массой $\Delta m$ : $p\Delta V = \frac{\Delta m}{M}RT$, где $M = 58 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная масса ацетона, $T = 56 + 273 = 329$ К — температура кипения ацетона. Отсюда $A = \frac{\Delta mRT}{M}$.

3. Количество теплоты $Q$, необходимое для испарения массы $\Delta m$ ацетона, пропорционально удельной теплоте парообразования: $Q = \Delta mL$.

4. Искомая величина определяется отношением

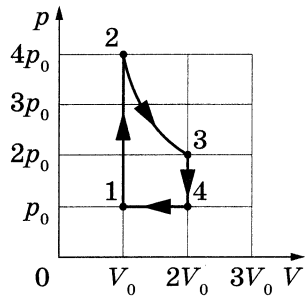
$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{RT}{ML} = \frac{8{,}31 \cdot 329}{58 \cdot 10^{-3} \cdot 524 \cdot 10^{3}} \approx 0{,}09.$$

**Ответ:** $\eta \approx 0{,}09$.

## Вариант 23

**24** **Возможное решение**

1. Работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1: $A_{23} > |A_{41}|$.




2. Поскольку работа газа в термодинамике численно равна площади фигуры под графиком $p(V)$, где $p$ — давление газа, $V$ — объём газа, перестроим график цикла в эти координаты. Процесс 1–2 является изохорным, в нём абсолютная температура газа увеличилась в 4 раза, а значит, при $\nu$ = const согласно закону Шарля ($\frac{p}{T}$ = const) и давление газа увеличилось в 4 раза.
Процесс 2–3 является изотермическим, в координатах $p$–$V$ его графиком является гипербола. Согласно закону Бойля — Мариотта ($pV$ = const) увеличение в 2 раза объёма приведёт к уменьшению в 2 раза давления.
В процессе 3–4 газ изохорно уменьшил свою абсолютную температуру и давление в 2 раза, а в процессе 4–1 изобарно, поскольку график этого процесса проходит через начало координат, вернулся в исходное состояние (см. рисунок).

3. Из графика видно, что работа газа в процессе 2–3 численно равна площади криволинейной трапеции под гиперболой 2–3 и $A_{23} > 2p_0(2V_0 - V_0) = 2p_0V_0$, а модуль работы внешних сил в процессе 4–1 $|A_{41}| = p_0(2V_0 - V_0) = p_0V_0$.

Таким образом, $A_{23} > |A_{41}|$.

**25** **Возможное решение**

Правило для моментов сил относительно оси, проходящей через шарнир перпендикулярно плоскости рисунка: $F(L - b) + mg(\frac{L}{2} - b) = Mgb$, где $m$ — масса стержня.
Проведя преобразования, получим

$$L = \frac{b\left(F + g(m + M)\right)}{F + \frac{mg}{2}} = \frac{1 \cdot (300 + 10 \cdot 150)}{300 + 150} = 4\text{ м}.$$

**Ответ:** $L$ = 4 м.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

Энергия одного фотона $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$, энергия $N$ фотонов $E = NE_1 = \frac{Nhc}{\lambda}$. Мощность света, поглощённого сетчаткой, $P = \frac{E}{t}$. Следовательно, для длины волны фотонов получим:

$$\lambda = \frac{Nhc}{Pt} = \frac{135 \cdot 6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1{,}98 \cdot 10^{-17} \cdot 3} = 450 \text{ нм}.$$

**Ответ:** $\lambda = 450$ нм.

**27** **Возможное решение**

Пробка выскочит, если сила, с которой газ давит изнутри на пробку, превысит суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на пробку и трения пробки о края отверстия. А это произойдёт, когда давление газа превысит атмосферное давление на величину $\Delta p = \frac{F}{s}$, откуда: $s = \frac{F}{\Delta p}$.

Поскольку изначально давление газа в сосуде равно атмосферному, именно такое изменение давления газа в сосуде определяет предельное количество теплоты, переданное газу.

Поскольку объём $V$ газа не меняется, изменение давления газа связано с изменением его температуры $T$. Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона $V \cdot \Delta p = \nu R \cdot \Delta T$, где $\nu$ — количество газообразного вещества.

Чтобы найти изменение температуры газа, обратимся к первому закону термодинамики: $\Delta U = A + Q$. В нашем случае работа внешних сил $A = 0$, поскольку объём газа не меняется, и изменение внутренней энергии газа равно количеству полученной им теплоты: $\Delta U = Q$.

Для идеального одноатомного газа имеем: $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \cdot \Delta T$. Соотнеся это равенство с уравнением Менделеева — Клапейрона и равенством $\Delta U = Q$, находим:

$$V \cdot \Delta p = \frac{2}{3}\Delta U = \frac{2}{3}Q, \quad \Delta p = \frac{2Q}{3V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Следовательно, $s = \frac{100}{5 \cdot 10^5} = 2 \cdot 10^{-4}$ м$^2$.

**Ответ:** $s = 2 \cdot 10^{-4}$ м$^2$.

**28** **Возможное решение**

1. До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи $R_0 = R_л + R = 10 + 15 = 25$ Ом, где $R_л$ — сопротивление лампы, $R$ — сопротивление резистора.

2. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathscr{E}}{R_0 + r} = \frac{60}{25 + 5} = 2$ А. При этом напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = 2 \cdot 25 = 50$ В.

3. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{80 \cdot 10^{-6} \cdot 50^2}{2} = 0{,}1$ Дж.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

4. После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на последовательно включённых лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля — Ленца количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени $\Delta t$, прямо пропорционально сопротивлению, поскольку сила тока $i$, протекающего через лампу и резистор, в любой момент времени одна и та же:

$$Q_1 = i^2 R_л \Delta t,\ Q_2 = i^2 R \Delta t \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R}{R_л}.$$

Это соотношение остаётся справедливым и для всего процесса разрядки конденсатора. Кроме того, $W = Q_1 + Q_2$.

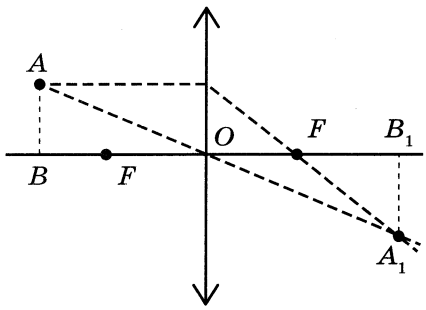
Исходя из этого, получим для количества теплоты, выделившегося на лампе:

$$Q_1 = \frac{W R_л}{R_л + R} = \frac{0{,}1 \cdot 10}{10 + 15} = 0{,}04 \text{ Дж} = 40 \text{ мДж}.$$

Ответ: $Q_1 = 40$ мДж.

**29** **Возможное решение**

1. Построим изображение источника света в линзе. Изображением светящейся точки $A$ будет точка $A_1$. Введём обозначения: радиус окружности, по которой движется источник света, $r = AB$; радиус окружности, по которой движется изображение источника света, $R = A_1B_1$; расстояние $OB = d$; расстояние $OB_1 = f$, фокусное расстояние линзы $OF = F$.




2. Обозначив $d = 3F/2$, из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ получим: $f = 3F$.

3. Из подобия треугольников $AOB$ и $A_1OB_1$ следует, что $\frac{d}{f} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2}$.

4. Угловая скорость источника света $\omega = \frac{v}{r}$. Угловая скорость его изображения та же самая.

5. Тогда скорость движения изображения точечного источника света:

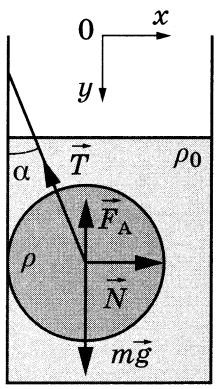
$$V = \omega R = \frac{vR}{r};\ v = \frac{V}{2} = \frac{10}{2} = 5\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

**Ответ:** $v = 5$ м/с.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем шар моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю), другое — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил равна нулю).

4. В данной задаче шар целиком погружён в жидкость. Кроме того, отсутствует трение между шаром и стенкой сосуда. Поэтому все внешние силы, действующие на шар, кроме силы натяжения нити, заведомо действуют по прямым, проходящим через центр шара. Значит, сумма моментов этих сил относительно оси, проходящей через центр шара, равна нулю. Но при равновесии шара в ИСО сумма моментов всех внешних сил равна нулю. Следовательно, и момент силы натяжения нити относительно оси, проходящей через центр шара, тоже равен нулю, поэтому сама эта сила действует по прямой, проходящей через центр шара.

**Решение**

Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T}+m\vec{g}+\vec{N}+\vec{F}_A=0$.

В проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ второй закон Ньютона запишем в виде:

$$Ox\colon\ N - T\sin\alpha = 0; \qquad (1)$$

$$Oy\colon\ mg - T\cos\alpha - F_A = 0. \qquad (2)$$

Объём шара $V=\dfrac{m}{\rho}$.

Величина выталкивающей силы $F_A$ определяется по закону Архимеда:

$$F_A=\rho_0 gV=mg\frac{\rho_0}{\rho}, \qquad (3)$$

где $\rho_0$ — плотность воды.

Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:

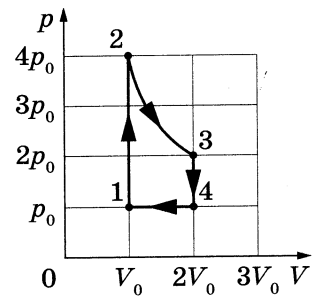
$$T=\frac{mg(\rho-\rho_0)}{\rho\cos\alpha}=\frac{4\cdot10\cdot(11300-1000)}{11300\cdot0{,}866}\approx42\ \text{Н}.$$

Ответ: $T\approx42$ Н.

## Вариант 24

**24**

**Возможное решение**




1. Работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1: $A_{23}>|A_{41}|$.

2. Поскольку работа газа в термодинамике численно равна площади фигуры под графиком $p(V)$, где $p$ — давление газа, $V$ — объём газа, перестроим график цикла в эти координаты. Процесс 1–2 является изохорным, поскольку его график проходит через начало координат, в нём абсолютная температура и давление газа увеличились в 4 раза.

Процесс 2–3 является изотермическим, в координатах $p$–$V$ его графиком является гипербола. Согласно закону Бойля — Мариотта $pV$ = const, уменьшение в 2 раза давления приведёт к увеличению в 2 раза объёма газа.

В процессе 3–4 газ изохорно уменьшил свою абсолютную температуру и давление в 2 раза, а в процессе 4–1 изобарно вернулся в исходное состояние, согласно закону Гей-Люссака $\dfrac{V}{T}=\text{const}$, уменьшив абсолютную температуру и свой объём в 2 раза (см. рисунок).

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Из графика видно, что работа газа в процессе 2–3 численно равна площади под гиперболой 2–3 и $A_{23} > 2p_0(2V_0 - V_0) = 2p_0V_0$, а модуль работы внешних сил в процессе 4–1 $|A_{41}| = p_0(2V_0 - V_0) = p_0V_0$.

Таким образом, $A_{23} > |A_{41}|$.

**25** **Возможное решение**

Правило для моментов сил относительно оси, походящей через шарнир перпендикулярно плоскости рисунка: $F(L-b) + mg(\frac{L}{2} - b) = Mgb$, где $m$ — масса стержня.

Проведя преобразования, получим

$$M = \frac{1}{gb}(F(L-b) + mg(\frac{L}{2} - b)) = \frac{1}{10 \cdot 1}(300(4-1) + 30 \cdot 10(\frac{4}{2} - 1)) = 120 \text{ кг}.$$

**Ответ:** $M = 120$ кг.

**26** **Возможное решение**

Энергия одного фотона $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$, энергия $N$ фотонов $E = NE_1 = \frac{Nhc}{\lambda}$. Мощность света, поглощённого сетчаткой, $P = \frac{E}{t}$.

Следовательно, для числа фотонов получим:

$$N = \frac{\lambda Pt}{hc} = \frac{480 \cdot 10^{-9} \cdot 13{,}2 \cdot 10^{-17} \cdot 3}{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 960.$$

**Ответ:** $N = 960$.

**27** **Возможное решение**

Пробка выскочит, если сила, с которой газ давит изнутри на пробку, превысит суммарную силу давления атмосферного воздуха снаружи на пробку и трения пробки о края отверстия. А это произойдёт, когда давление газа превысит атмосферное давление на величину $\Delta p = \frac{F}{s}$.

Поскольку изначально давление газа в сосуде равно атмосферному, именно такое изменение давления газа в сосуде определяет предельное количество теплоты, переданное газу.

Поскольку объём $V$ газа не меняется, изменение давления газа связано с изменением его температуры $T$. Согласно уравнению Менделеева — Клапейрона $V \cdot \Delta p = \nu R \cdot \Delta T$, где $\nu$ — количество газообразного вещества.

Чтобы найти изменение температуры газа, обратимся к первому закону термодинамики: $\Delta U = A + Q$. В нашем случае работа внешних сил $A = 0$, поскольку объём газа не меняется, и изменение внутренней энергии газа равно количеству полученной им теплоты: $\Delta U = Q$.

Для идеального одноатомного газа имеем: $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R \cdot \Delta T$. Соотнеся это равенство с уравнением Менделеева — Клапейрона и равенством $\Delta U = Q$, находим:

$$V \cdot \Delta p = \frac{2}{3}\Delta U = \frac{2}{3}Q, \quad \Delta p = \frac{2Q}{3V} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Следовательно, $F = 5 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 100$ Н.

**Ответ:** $F = 100$ Н.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**

1. До размыкания ключа электрический ток протекает через параллельно соединённые лампу и резистор. Общее сопротивление внешней цепи $R_0 = \dfrac{R_л R}{R_л + R} = \dfrac{10 \cdot 15}{10 + 15} = 6$ Ом, где $R_л$ — сопротивление лампы, $R$ — сопротивление резистора.

2. Согласно закону Ома для полной цепи $I = \dfrac{\mathscr{E}}{R_0 + r} = \dfrac{50}{6 + 4} = 5$ А. При этом напряжение на конденсаторе $U_c = IR_0 = 5 \cdot 6 = 30$ В.

3. Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия

$$W = \frac{CU_c^2}{2} = \frac{10^{-4} \cdot 900}{2} = 45 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 45 \text{ мДж}.$$

4. После размыкания ключа вся энергия, накопленная в конденсаторе, будет выделяться на параллельно включённых лампе и резисторе. Согласно закону Джоуля — Ленца количество теплоты, выделяющееся в промежуток времени $\Delta t$, обратно пропорционально сопротивлению, поскольку напряжение на лампе и резисторе в любой момент времени одно и то же:

$$Q_1 = \frac{U^2}{R_л}\Delta t,\ Q_2 = \frac{U^2}{R}\Delta t \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{R_л}{R}.$$

Это соотношение остаётся справедливым и для всего процесса разрядки конденсатора. Кроме того, $W = Q_1 + Q_2$.

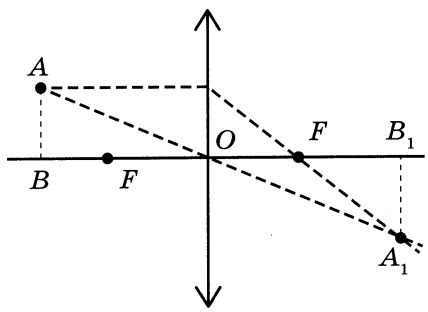
Исходя из этого, получим для количества теплоты, выделившегося на резисторе:

$$Q_2 = \frac{WR_л}{R_л + R} = \frac{45 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10 + 15} = 18 \cdot 10^{-3} = 18 \text{ мДж}.$$

**Ответ:** $Q_2 = 18$ мДж.

**29** **Возможное решение**

1. Построим изображение источника света в линзе. Изображением светящейся точки $A$ будет точка $A_1$. Введем обозначения: радиус окружности, по которой движется источник света, $r = AB$; радиус окружности, по которой движется изображение источника света, $R = A_1B_1$; расстояние $OB = d$; расстояние $OB_1 = f$, фокусное расстояние линзы $OF = F$.




2. Обозначив $d = nF$, из формулы тонкой линзы $\dfrac{1}{F} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{f}$ получим: $f = nF/(n - 1)$.

3. Из подобия треугольников $AOB$ и $A_1OB_1$ следует, что $\dfrac{d}{f} = \dfrac{r}{R} = n - 1$.

4. Угловая скорость источника света и его изображения одна и та же: $\omega = \dfrac{v}{r} = \dfrac{V}{R}$.

5. Тогда скорость движения изображения точечного источника света:

$$V = \omega R = \frac{vR}{r} = \frac{v}{n-1};\ n = \frac{v}{V} + 1 = \frac{5}{10} + 1 = 1{,}5.$$

6. Следовательно, $F = d/n = 10$ см.

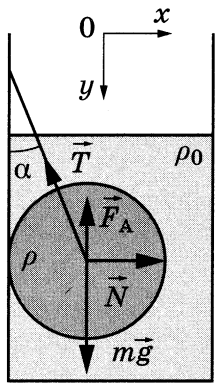
**Ответ:** $F = 10$ см.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**




1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем шар моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю), другое — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил равна нулю).
4. В данной задаче шар целиком погружён в жидкость. Кроме того, отсутствует трение между шаром и стенкой сосуда. Поэтому все внешние силы, действующие на шар, кроме силы натяжения нити, заведомо действуют по прямым, проходящим через центр шара. Значит, сумма моментов этих сил относительно оси, проходящей через центр шара, равна нулю. Но при равновесии шара в ИСО сумма моментов всех внешних сил равна нулю. Следовательно, и момент силы натяжения нити относительно оси, проходящей через центр шара, тоже равен нулю, поэтому сама эта сила действуют по прямой, проходящей через центр шара.

**Решение**

Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T}+m\vec{g}+\vec{N}+\vec{F}_A=0$.

В проекциях на оси $Ox$ и $Oy$ второй закон Ньютона запишем в виде:

$$Ox\colon\ N - T\sin\alpha = 0; \qquad (1)$$

$$Oy\colon\ mg - T\cos\alpha - F_A = 0. \qquad (2)$$

Объём шара $V=\dfrac{m}{\rho}$.

Величина выталкивающей силы $F_A$ определяется по закону Архимеда:

$$F_A=\rho_0 gV=mg\frac{\rho_0}{\rho}, \qquad (3)$$

где $\rho_0$ — плотность воды.

Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:

$$m=\frac{\rho T\cos\alpha}{g(\rho-\rho_0)}=\frac{11300\cdot 30\cdot 0{,}866}{10\cdot(11300-1000)}\approx 2{,}85 \text{ кг}.$$

**Ответ:** $m \approx 2{,}85$ кг.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 25

**24** **Возможное решение**

1. Сила тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора будет равна 1 А. Эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора даны на рис. *а* и *б*.

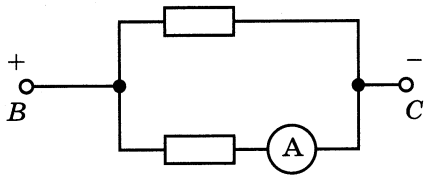



Рис. *а*

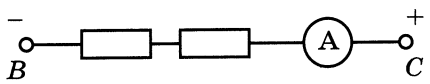



Рис. *б*

2. В первом случае все три диода включены в прямом направлении, обладают нулевым сопротивлением и пропускают электрический ток. Эквивалентная электрическая схема для первого случая имеет вид, представленный на рис. *а*. Получается, что два резистора соединены параллельно друг другу, а левый резистор закорочен, и ток через него не протекает. Согласно закону Ома сила тока, протекающего через амперметр, в первом случае $I_1 = \frac{\mathscr{E}}{R}$, где $R$ — сопротивление резистора.

3. При смене полярности подключения аккумулятора оба верхних диода окажутся включёнными в обратном направлении, будут обладать бесконечно большим сопротивлением и ток пропускать не будут. Эквивалентная электрическая схема для второго случая примет вид, представленный на рис. *б*. Общее сопротивление схемы во втором случае: $R_2 = R + R = 2R$. Во втором случае сила тока равна $I_2 = \frac{\mathscr{E}}{R_2} = \frac{\mathscr{E}}{2R}$.

4. Таким образом, отношение $\frac{I_1}{I_2} = 2$, а значит, $I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{2}{2} = 1$ А.

**Ответ:** $I_2 = 1$ А.

**25** **Возможное решение**

Запишем формулу перемещения при равноускоренном движении: $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$.

Учтём, что $v = 3v_0$, тогда $a = \frac{v^2 - v_0^2}{2S} = \frac{9v_0^2 - v_0^2}{2S} = \frac{8v_0^2}{2S} = \frac{8 \cdot 5^2}{2 \cdot 20} = 5$ м/с$^2$.

Для нахождения времени воспользуемся формулой:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{3v_0 - v_0}{a} = \frac{2v_0}{a} = \frac{2 \cdot 5}{5} = 2 \text{ с}.$$

**Ответ:** $t = 2$ с.

**26** **Возможное решение**

Так как резисторы $R_1$ и $R_2$ соединены параллельно, то напряжение на них одинаково и справедливо соотношение $I_1R_1 = I_2R_2$. Отсюда $I_2 = \frac{I_1R_1}{R_2} = \frac{1 \cdot 3}{1} = 3$ А.

Найдем силу тока через резистор $R_3$:

$$I_3 = I_1 + I_2 = 1 + 3 = 4 \text{ А}.$$

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе $R_3$:

$$U_3 = I_3R_3.$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Следовательно: $U_3 = 4 \cdot 5 = 20$ В.

По закону Ома для полной цепи ЭДС источника:

$$\mathscr{E} = U_3 + U_1 + I_3 r = 20 + 3 + 4 \cdot 1 = 27 \text{ В}.$$

**Ответ:** $\mathscr{E} = 27$ В.

**27** **Возможное решение**

1. Давление $p_1$ на глубине $H$ равно сумме атмосферного и гидростатического давлений: $p_1 = p_0 + \rho g H$, где $\rho$ — плотность воды, $g$ — ускорение свободного падения, $p_0$ — нормальное атмосферное давление.

2. Аналогичное соотношение запишем для давления на глубине $h$: $p_2 = p_0 + \rho g h$.

3. Воздух, находящийся в пузырьке, считаем идеальным газом, температура которого не изменяется в процессе подъёма. В соответствии с законом Бойля — Мариотта для изотермического процесса $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

Поставляя первое и второе соотношения в третье, получаем искомое выражение для объёма пузырька на расстоянии $h$ от поверхности воды:

$$V_1 = \frac{p_0 + \rho g h}{p_0 + \rho g H} V_2.$$

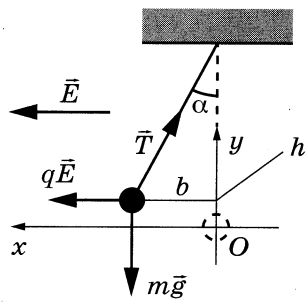
Подставляя численные значения физических величин, заданные в условии задачи, а также табличные значения $g$ и $p_0$, получаем:

$$V_1 = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 5}{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 25} \cdot 7 \cdot 10^{-9} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3 = 3 \text{ мм}^3.$$

**Ответ:** $V_1 = 3$ мм$^3$.

**28** **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. На шарик действуют вертикальная сила тяжести $m\vec{g}$, горизонтальная сила со стороны электрического поля $q\vec{E}$ и вдоль нити сила её натяжения $\vec{T}$ (см. рисунок).




2. По теореме об изменении кинетической энергии материальной точки в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{всех сил}}$. Работа силы $\vec{T}$ равна нулю, так как эта сила в любой момент времени перпендикулярна скорости шарика. Силы $m\vec{g}$ и $q\vec{E}$ потенциальны, поэтому их работа при переходе из начальной точки в конечную не зависит от выбора траектории.

3. Выберем траекторию перехода в виде двух последовательных шагов: сначала из исходного положения вверх на расстояние $h$, затем по горизонтали на расстояние $b$ в конечное положение. На этой траектории сумма работ силы тяжести и силы со стороны электростатического поля $A = -mgh + qEb$, где $h = l(1 - \cos\alpha)$, $b = l\sin\alpha$.

4. В результате получаем:

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} - 0 = A_{\text{всех сил}} = -mgl(1 - \cos\alpha) + qEl\sin\alpha.$$

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Отсюда:

$$m = \frac{2qEl\sin\alpha}{v^2 + 2gl(1-\cos\alpha)} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-9} \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5}{0{,}81 + 2 \cdot 10 \cdot 0{,}8\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)} \approx 8{,}1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}.$$

**Ответ:** $m \approx 8{,}1 \cdot 10^{-4}$ кг.

**29** **Возможное решение**

Законы сохранения энергии и импульса для α-распада ядра покоящегося нейтрального атома:

$$\begin{cases} \frac{m_\alpha v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E, \\ m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0, \end{cases}$$

где $\vec{v}$ — скорость α-частицы, $\vec{u}$ — скорость иона.

Второй закон Ньютона для α-частицы в магнитном поле: $\frac{m_\alpha v^2}{r} = 2evB$.

Решая систему трёх уравнений, получаем: $\Delta E = \frac{(2eBr)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \frac{m_\alpha}{M}\right)$, откуда:

$$B = \frac{1}{2er} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}.$$

**Ответ:** $B = \frac{1}{2er} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \frac{m_\alpha}{M}}}$.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

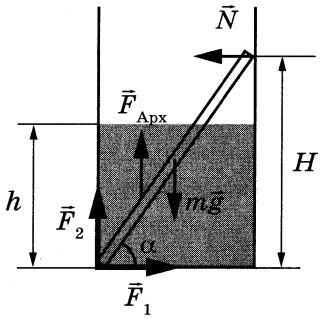
1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем палочку моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. Сумма приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Поэтому сумма моментов этих сил относительно любых двух параллельных осей одна и та же. Для удобства выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через нижний конец палочки (точку $A$).
5. Стенки сосуда гладкие (трения нет), поэтому в точке $B$ на палочку со стороны сосуда действует сила $\vec{N}$, перпендикулярная стенке.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**Решение**

1. Высота конца палочки относительно дна стакана $H = \sqrt{l^2 - 4R^2} = \sqrt{0{,}1^2 - 4 \cdot 0{,}04^2} = 0{,}06$ м, где $l$ — длина палочки, $R$ — радиус стакана.




2. Сила Архимеда

$$F_{\text{арх}} = \rho_{\text{ж}}\left(\frac{h}{H}V\right)g = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}\frac{h}{H}mg,$$

где $V$ — объём палочки, $\rho$ — её плотность, $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости.

3. Поскольку палочка покоится, сумма приложенных к ней сил равна нулю. Поэтому можно записать правило моментов так, чтобы исключить из него упоминание неизвестных сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, т. е. записать это правило относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через нижний конец палочки:

$$mgR - F_{\text{арх}}\left(\frac{h}{2}\operatorname{ctg}\alpha\right) - NH = 0, \text{ где } \operatorname{ctg}\alpha = \frac{2R}{H}.$$

4. Отсюда:

$$N = mg\frac{R}{H} - F_{\text{арх}}\left(\frac{h}{2H}\operatorname{ctg}\alpha\right) = mg\frac{R}{H}\left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}\left(\frac{h}{H}\right)^2\right) =$$

$$= 9 \cdot 10^{-4} \cdot 10 \cdot \frac{0{,}04}{0{,}06}\left(1 - 0{,}75 \cdot \frac{0{,}04^2}{0{,}06^2}\right) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

По третьему закону Ньютона $N = F$, поэтому $F = 4 \cdot 10^{-3}$ Н.

**Ответ:** $F = 4 \cdot 10^{-3}$ Н.

## Вариант 26

**24** **Возможное решение**

1. Сила тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора будет равна 6 А. Эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора даны на рис. *а* и *б*.

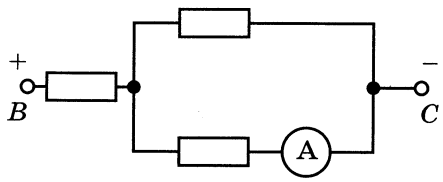



Рис. *а*

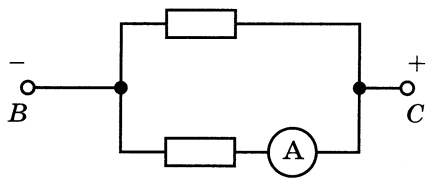



Рис. *б*

2. В первом случае верхний диод включён в обратном направлении, обладает бесконечно большим сопротивлением, и ток через него не течёт. Диод, расположенный в центре схемы, включён в прямом направлении, обладает нулевым сопротивлением и пропускает электрический ток. Эквивалентная электрическая схема для первого случая имеет вид, представленный на рис. *а*. Получается, что первый резистор соединён последовательно с двумя другими, соединёнными параллельно друг другу.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Используя формулы для вычисления сопротивления последовательно и параллельно подключённых резисторов, получим общее сопротивление схемы в первом случае: $R_1 = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R$, где $R$ — сопротивление каждого из резисторов.

3. При смене полярности подключения аккумулятора оба диода окажутся включёнными в прямом направлении, и ток через левый резистор протекать не будет. Эквивалентная электрическая схема для второго случая примет вид, представленный на рис. *б*. Используя формулу для вычисления сопротивления параллельно подключённых резисторов, получим общее сопротивление схемы во втором случае: $R_2 = \frac{R}{2}$.

4. Таким образом, сопротивление участка цепи уменьшилось в 3 раза. Используя закон Ома для полной цепи $\left(I = \frac{\mathscr{E}}{R_{\text{Общ}}}\right)$, получим, что сила тока через источник увеличилась в 3 раза. Сила тока, текущего через амперметр, также увеличилась в 3 раза и стала равна 6 А, так как сила тока в каждой из ветвей разветвлённой части цепи в 2 раза меньше силы тока через источник.

**Ответ:** $I_A = 6$ А.

**25** **Возможное решение**

Запишем формулу ускорения при равноускоренном движении и учтём, что $v = 4v_0$.

Тогда $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{4v_0 - v_0}{t} = \frac{3v_0}{t} = \frac{3 \cdot 4}{3} = 4$ м/с$^2$.

Для нахождения перемещения воспользуемся формулой:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 4 \cdot 3 + \frac{4 \cdot 3^2}{2} = 30 \text{ м}.$$

**Ответ:** $S = 30$ м.

**26** **Возможное решение**

Так как резисторы $R_1$ и $R_2$ соединены параллельно, то напряжение на них одинаково и справедливо соотношение $I_1 R_1 = I_2 R_2$.

Отсюда $I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2} = \frac{1 \cdot 3}{1} = 3$ А.

Найдем силу тока через резистор $R_3$:

$$I_3 = I_1 + I_2 = 1 + 3 = 4 \text{ А}.$$

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе $R_3$:

$$U_3 = I_3 R_3.$$

Следовательно: $U_3 = 4 \cdot 5 = 20$ В.

**Ответ:** $U_3 = 20$ В.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**27** **Возможное решение**

1. Давление $p_1$ на глубине $H$ равно сумме атмосферного и гидростатического давлений: $p_1 = p_0 + \rho g H$, где $\rho$ — плотность воды, $g$ — ускорение свободного падения, $p_0$ — нормальное атмосферное давление.

2. Аналогичное соотношение запишем для давления на глубине $h$: $p_2 = p_0 + \rho g h$.

3. Воздух, находящийся в пузырьке, считаем идеальным газом, температура которого не изменяется в процессе подъёма. В соответствии с законом Бойля — Мариотта для изотермического процесса $p_1 V_1 = p_2 V_2$.

Подставляя первое и второе соотношения в третье, получаем искомое выражение для объёма пузырька на расстоянии $h$ от поверхности воды:

$$V_2 = \frac{p_0 + \rho g H}{p_0 + \rho g h} V_1.$$

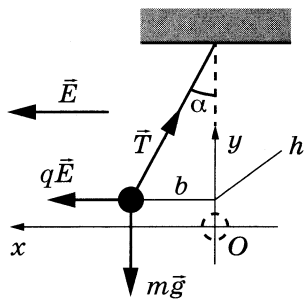
Подставляя численные значения физических величин, приведённые в условии задачи, а также табличные значения $g$ и $p_0$, получаем:

$$V_2 = \frac{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 20}{10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 1} \cdot 10^{-9} \approx 2{,}7 \text{ мм}^3.$$

**Ответ:** $V_2 \approx 2{,}7$ мм$^3$.

**28** **Возможное решение**

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. На шарик действуют вертикальная сила тяжести $m\vec{g}$, горизонтальная сила со стороны электрического поля $q\vec{E}$ и вдоль нити сила её натяжения $\vec{T}$ (см. рисунок).




2. По теореме об изменении кинетической энергии материальной точки в ИСО $\Delta E_{\text{кин}} = A_{\text{всех сил}}$. Работа силы $\vec{T}$ равна нулю, так как эта сила в любой момент времени перпендикулярна скорости шарика. Силы $m\vec{g}$ и $q\vec{E}$ потенциальны, поэтому их работа при переходе из начальной точки в конечную не зависит от выбора траектории.

3. Выберем траекторию перехода в виде двух последовательных шагов: сначала из исходного положения вверх на расстояние $h$, затем по горизонтали на расстояние $b$ в конечное положение. На этой траектории сумма работ силы тяжести и силы со стороны электрического поля $A = -mgh + qEb$, где $h = l(1 - \cos\alpha)$, $b = l\sin\alpha$.

4. В результате получаем:

$$\Delta E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} - 0 = A_{\text{всех сил}} = -mgl(1 - \cos\alpha) + qEl\sin\alpha.$$

Отсюда:

$$q = \frac{m\left(v^2 + 2gl(1 - \cos\alpha)\right)}{2El\sin\alpha} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot \left(0{,}81 + 2 \cdot 10 \cdot 0{,}8(1 - 0{,}866)\right)}{2 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5} \approx 3{,}1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

**Ответ:** $q \approx 3{,}1 \cdot 10^{-9}$ Кл.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29** **Возможное решение**

Законы сохранения энергии и импульса для α-распада ядра покоящегося нейтрального атома:

$$\begin{cases} \dfrac{m_\alpha v^2}{2} + \dfrac{Mu^2}{2} = \Delta E, \\ m_\alpha \vec{v} + M\vec{u} = 0, \end{cases}$$

где $\vec{v}$ — скорость α-частицы, $\vec{u}$ — скорость иона.

Второй закон Ньютона для α-частицы в магнитном поле: $\dfrac{m_\alpha v^2}{r} = 2evB.$

Решая систему трёх уравнений, получаем: $\Delta E = \dfrac{(2eBr)^2}{2m_\alpha} \cdot \left(1 + \dfrac{m_\alpha}{M}\right)$, откуда:

$$r = \frac{1}{2eB} \cdot \sqrt{\frac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \dfrac{m_\alpha}{M}}}.$$

**Ответ:** $r = \dfrac{1}{2eB} \cdot \sqrt{\dfrac{2m_\alpha \Delta E}{1 + \dfrac{m_\alpha}{M}}}.$

**30** **Возможное решение**

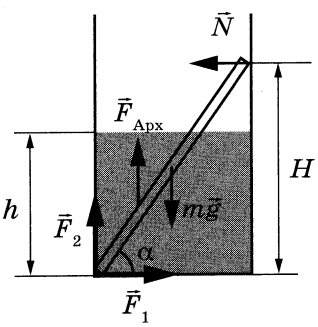
**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем палочку моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движений, другое — для вращательного движения.
4. Сумма приложенных к твёрдому телу внешних сил равна нулю (условие равновесия твёрдого тела относительно поступательного движения). Поэтому сумма моментов этих сил относительно любых двух параллельных осей одна и та же. Для удобства выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через нижний конец палочки (точку $A$).
5. Стенки сосуда гладкие (трения нет), поэтому в точке $B$ на палочку со стороны сосуда действует сила $\vec{N}$, перпендикулярная стенке.

**Решение**

1. Высота конца палочки относительно дна стакана $H = \sqrt{l^2 - 4R^2} = \sqrt{0{,}1^2 - 4 \cdot 0{,}04^2} = 0{,}06$ м, где $l$ — длина палочки, $R$ — радиус стакана.

2. Сила Архимеда $F_{\text{арх}} = \rho_{\text{ж}} \left(\dfrac{h}{H} V\right) g = \dfrac{\rho_{\text{ж}}}{\rho} \dfrac{h}{H} mg$, где $V$ — объём палочки, $\rho$ — плотность алюминия, $\rho_{\text{ж}}$ — плотность воды.




© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Поскольку палочка покоится, сумма приложенных к ней сил равна нулю. Поэтому можно записать правило моментов так, чтобы исключить из него упоминание неизвестных сил $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, т. е. записать это правило относительно оси, проходящей перпендикулярно рисунку через нижний конец палочки:

$$mgR - F_{\text{арх}}\left(\frac{h}{2}\operatorname{ctg}\alpha\right) - NH = 0, \text{ где } \operatorname{ctg}\alpha = \frac{2R}{H}.$$

4. Отсюда:

$$N = mg\frac{R}{H} - F_{\text{арх}}\left(\frac{h}{2H}\operatorname{ctg}\alpha\right) = mg\frac{R}{H}\left(1 - \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho}\left(\frac{h}{H}\right)^2\right) =$$

$$= 9\cdot10^{-4}\cdot10\cdot\frac{0{,}04}{0{,}06}\left(1 - \frac{1000}{2700}\cdot\frac{0{,}04^2}{0{,}06^2}\right) \approx 5\cdot10^{-3} \text{ Н}.$$

По третьему закону Ньютона $N = F$, поэтому $F \approx 5\cdot10^{-3}$ Н.

**Ответ:** $F \approx 5\cdot10^{-3}$ Н.

## Вариант 27

**24** **Возможное решение**

1. Согласно закону Джоуля — Ленца $\left(Q = \frac{U^2 t}{R}\right)$ при протекании электрического тока через нагревательный элемент выделяется теплота, которая расходуется на нагревание воды и доводит её до кипения: $Q = cm(t_{\text{кип}} - t_0)$.

2. В первом опыте к источнику подключены два нагревательных элемента, соединённых последовательно. Их общее сопротивление $R = R_1 + R_2$. Во втором опыте при переключении ключа К в положение 2 нагревательный элемент сопротивлением $R_2$ отключается от источника, при этом общее сопротивление уменьшается: $R = R_1$.

3. Уменьшение общего сопротивления нагревательных элементов $R$ приведёт к увеличению выделяемой тепловой мощности: $N = \frac{U^2}{R}$. Следовательно, во втором опыте для доведения воды до кипения потребуется меньше времени: $Q = Nt$.

4. Вода закипит быстрее во втором опыте.

**25** **Возможное решение**

Запишем формулу для ускорения при равноускоренном движении и учтём, что $v = \frac{v_0}{3}$. Тогда $a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{\frac{v_0}{3} - v_0}{t} = -\frac{2v_0}{3t}$. Поскольку скорость тела уменьшается, значит, проекция ускорения на ось, направленную вдоль начальной скорости, отрицательна и $v_0 = -\frac{3at}{2} = \frac{3\cdot5\cdot2}{2} = 15$ м/с.

Для нахождения перемещения воспользуемся формулой:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 15\cdot2 - \frac{5\cdot2^2}{2} = 20 \text{ м}.$$

**Ответ:** $S = 20$ м.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

При движении стержня $MN$ в магнитном поле в стержне возникает ЭДС индукции $\mathscr{E} = vBl$, где $v$ — скорость движения стержня.

В цепи, содержащей сопротивление $R$, течёт ток, который можно найти по закону Ома,

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R} = \frac{vBl}{R} = \frac{2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}2}{2} = 0{,}1 \text{ А}.$$

**Ответ:** $I = 0{,}1$ А.

**27** **Возможное решение**

1. Поскольку в указанном процессе газ не совершает работы и система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2}\nu_1 RT_1 + \frac{3}{2}\nu_2 RT_2 = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2)RT,$$

где $T$ — температура в объединённом сосуде в равновесном состоянии после открытия крана.

2. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона для конечного состояния можно записать: $p(2V) = (\nu_1 + \nu_2)RT$.

Исключая из двух записанных уравнений конечную температуру $T$, получаем искомое выражение для объёма:

$$V = \frac{(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)R}{2p} = \frac{(2 \cdot 400 + 3 \cdot 300) \cdot 8{,}31}{2 \cdot 5400} \approx 1{,}3 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** $V \approx 1{,}3$ м$^3$.

**28** **Возможное решение**

1. Когда ключ К находится в положении 1, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. *а*. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе $R_1$: $U_{1C} = IR_1$, где $I = \frac{\mathscr{E}}{r + R_1 + R_2}$.

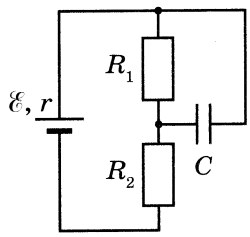


Рис. *а*

Заряд конденсатора $q_1 = CU_{1C} = \frac{C\mathscr{E}R_1}{r + R_1 + R_2}$.

Правая обкладка конденсатора соединена с положительным полюсом источника и заряжена положительно. Поэтому её заряд равен $q_1$.

2. Когда ключ К находится в положении 2, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. *б*. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе $R_2$: $U_{2C} = IR_2$, где по-прежнему $I = \frac{\mathscr{E}}{r + R_1 + R_2}$.

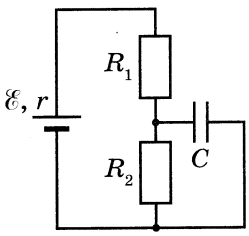


Рис. *б*

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Заряд конденсатора $q_2 = CU_{2C} = \dfrac{C\mathscr{E}R_2}{r + R_1 + R_2}$.

Правая обкладка конденсатора соединена теперь с отрицательным полюсом источника и заряжена отрицательно. Поэтому её заряд равен $-q_2$.

3. Изменение заряда на правой обкладке конденсатора

$$\Delta q = -q_2 - q_1 = -\frac{C\mathscr{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2},$$

откуда:

$$C = \frac{(-\Delta q)\cdot(r + R_1 + R_2)}{\mathscr{E}(R_1 + R_2)} = \frac{0{,}55\cdot10^{-6}\cdot(1+4+7)}{6\cdot(4+7)} = 0{,}1\cdot10^{-6}\ \text{Ф} = 0{,}1\ \text{мкФ}.$$

**Ответ:** $C = 0{,}1$ мкФ.

**29** **Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта связывает длину световой волны $\lambda$ с работой выхода фотоэлектрона $A_{\text{вых}}$ и его максимальной кинетической энергией $W_{\text{кин.}}$:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых.}} + W_{\text{кин.}}. \quad (1)$$

Фотоэлектроны останавливаются, если $W_{\text{кин}} = eU$. (2)

Связь разности потенциалов $U$ с напряжённостью $E$ однородного электростатического поля: $U = Ed$. (3)

Объединяя (1)–(3), получаем:

$$E = \frac{\dfrac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых.}}}{ed} = \frac{\dfrac{6{,}6\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^{8}}{0{,}3\cdot10^{-6}} - 3{,}75\cdot1{,}6\cdot10^{-19}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot2{,}5\cdot10^{-3}} = 150\ \text{В/м}.$$

**Ответ:** $E = 150$ В/м.

**30** **Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Брусок $m$ и тело $M$ движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки как до, так и после столкновения независимо от их размеров.
3. По условию трение отсутствует, и поэтому все внешние силы (силы тяжести и силы реакции опоры), действующие на тела $m$ и $M$, направлены вертикально и уравновешивают друг друга отдельно для каждого тела. Следовательно, в ИСО сохраняется импульс системы «брусок $m$ и тело $M$» при их столкновении.
4. Когда брусок $m$ и тело $M$ движутся, касаясь пружины, механическая энергия системы тел «брусок $m$ и тело $M$ + пружина» равна

$$E_{\text{мех}} = \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2}.$$

Изменение механической энергии системы тел в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телам системы. В данной задаче

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

единственной такой силой является сила реакции опоры, действующая на брусок $m$ + тело $M$ со стороны стола. Но из-за отсутствия трения эта сила вертикальна, а составное тело $(m+M)$ движется горизонтально, поэтому работа силы реакции опоры равна нулю и $E_{\text{мех}}$ сохраняется в ИСО.

**Решение**

1. В процессе абсолютно неупругого столкновения сохраняется суммарный импульс системы тел: $mv = (m+M)v_1$, где $v_1$ — скорость тел после столкновения.

2. Так как поверхность гладкая, то трения нет и движение тел от момента удара до момента касания свободного конца пружины будет равномерным: $L = v_1 t_1$, где $t_1$ — время движения на этом участке.

3. После касания пружины и до отрыва от неё тела будут двигаться, совершая гармоническое колебание. До отрыва пройдёт время $t_2 = \dfrac{T}{2}$, где $T$ — период колебаний груза на пружине: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m+M}{k}}$.

4. Отрыв тел от пружины произойдёт в точке касания пружины. По закону сохранения механической энергии при гармонических колебаниях скорость тел в точке отрыва равна $v_1$. Дальнейшее движение тел будет равномерным. Поэтому полное время движения тел до точки столкновения

$$t = 2t_1 + t_2 = \frac{2L}{v_1} + \frac{T}{2} = \frac{2L(m+M)}{mv} + \pi\sqrt{\frac{m+M}{k}}.$$

Учитывая, что $M = 3m$, получим $t = \dfrac{8L}{v} + \pi\sqrt{\dfrac{4m}{k}}$. Таким образом,

$$v = \frac{8L}{t - \pi\sqrt{\dfrac{4m}{k}}} = \frac{8 \cdot 0{,}25}{1{,}7 - 3{,}14\sqrt{\dfrac{4 \cdot 0{,}1}{40}}} \approx 1{,}4 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $v \approx 1{,}4$ м/с.

## Вариант 28

**24** **Возможное решение**

1. Согласно закону Джоуля — Ленца $\left(Q = \dfrac{U^2 t}{R}\right)$ при протекании электрического тока через нагревательный элемент выделяется теплота, которая расходуется на нагревание воды и доводит её до кипения: $Q = cm(t_{\text{кип}} - t_0)$.

2. В первом опыте к источнику подключён только нагревательный элемент с сопротивлением $R_1 = R$. Во втором опыте, при переключении ключа К в положение 2, два нагревательных элемента будут соединены последовательно. Их общее сопротивление $R = R_1 + R_2$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Увеличение общего сопротивления нагревательных элементов $R$ приведёт к уменьшению выделяемой тепловой мощности: $N = \frac{U^2}{R}$. Следовательно, во втором опыте для доведения воды до кипения потребуется больше времени: $Q = Nt$.

4. Вода закипит быстрее в первом опыте.

**25** **Возможное решение**

Запишем формулу для перемещения при равноускоренном движении: $S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$.

Учтём, что $v = \frac{v_0}{4}$, тогда $S = \frac{\frac{v^2}{16} - v_0^2}{2a} = -\frac{15v_0^2}{32a}$. Поскольку скорость тела уменьшается, значит, проекция ускорения на ось, направленную вдоль начальной скорости, отрицательна и $v_0 = \sqrt{-\frac{32aS}{15}} = \sqrt{\frac{32 \cdot 4 \cdot 30}{15}} = 16$ м/с.

Для нахождения времени воспользуемся формулой:

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{\frac{v_0}{4} - v_0}{a} = -\frac{3v_0}{4a} = \frac{3 \cdot 16}{4 \cdot 4} = 3 \text{ с}.$$

**Ответ:** $t = 3$ с.

**26** **Возможное решение**

При движении стержня $MN$ в магнитном поле в стержне возникает ЭДС индукции $\mathscr{E} = vBl$, где $v$ — скорость движения стержня.

В цепи, содержащей сопротивление $R$, течёт ток, который можно найти по закону Ома, $I = \frac{\mathscr{E}}{R} = \frac{vBl}{R}$. Следовательно, для скорости стержня получим:

$$v = \frac{IR}{Bl} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{0{,}4 \cdot 0{,}2} = 1 \text{ м/с}.$$

**Ответ:** $v = 1$ м/с.

**27** **Возможное решение**

1. Поскольку в указанном процессе газ не совершает работы и система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2}\nu_1 RT_1 + \frac{3}{2}\nu_2 RT_2 = \frac{3}{2}(\nu_1 + \nu_2)RT,$$

где $T$ — температура в объединённом сосуде в равновесном состоянии после открытия крана.

2. В соответствии с уравнением Менделеева — Клапейрона для конечного состояния можно записать: $p(2V) = (\nu_1 + \nu_2)RT$.

Исключая из двух записанных уравнений конечную температуру $T$, получаем искомое выражение для объёма:

$$p = \frac{(\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2)R}{2V} = \frac{(2 \cdot 400 + 3 \cdot 300) \cdot 8{,}31}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} \approx 141 \cdot 10^3 \text{ Па} = 141 \text{ кПа}.$$

**Ответ:** $p \approx 141$ кПа.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**28** **Возможное решение**

1. Когда ключ К находится в положении 1, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. *а*. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе $R_1$: $U_{1C} = IR_1$, где $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R_1 + R_2}$.

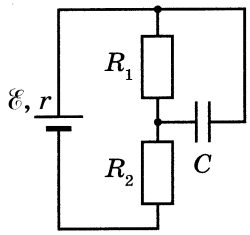


Рис. *а*

Заряд конденсатора $q_1 = CU_{1C} = \dfrac{C\mathscr{E}R_1}{r + R_1 + R_2}$.

Правая обкладка конденсатора соединена с положительным полюсом источника и заряжена положительно. Поэтому её заряд равен $q_1$.

2. Когда ключ К находится в положении 2, эквивалентная схема электрической цепи выглядит, как показано на рис. *б*. Когда заряд на конденсаторе уже установился, ток через конденсатор равен нулю. Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе $R_2$: $U_{2C} = IR_2$, где по-прежнему $I = \dfrac{\mathscr{E}}{r + R_1 + R_2}$.

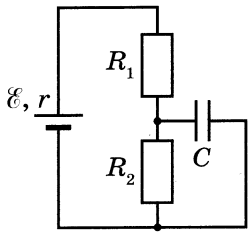


Рис. *б*

Заряд конденсатора $q_2 = CU_{2C} = \dfrac{C\mathscr{E}R_2}{r + R_1 + R_2}$.

Правая обкладка конденсатора соединена теперь с отрицательным полюсом источника и заряжена отрицательно. Поэтому её заряд равен $-q_2$.

3. Изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -q_2 - q_1 = -\dfrac{C\mathscr{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2}$,

откуда: $\mathscr{E} = \dfrac{(-\Delta q)\cdot(r + R_1 + R_2)}{C(R_1 + R_2)} = \dfrac{0{,}55\cdot10^{-6}\cdot(1 + 4 + 7)}{0{,}2\cdot10^{-6}\cdot(4 + 7)} = 3$ В.

**Ответ:** $\mathscr{E} = 3$ В.

**29** **Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта связывает частоту световой волны ν с работой выхода фотоэлектрона $A_{\text{вых}}$ и его максимальной кинетической энергией $W_{\text{кин}}$:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + W_{\text{кин}}. \qquad (1)$$

Фотоэлектроны останавливаются, если

$$W_{\text{кин}} = eU. \qquad (2)$$

Связь разности потенциалов $U$ с напряжённостью $E$ однородного электростатического поля:

$$U = Ed. \qquad (3)$$

Объединяя (1)–(3), получаем:

$$d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} = \frac{6{,}6\cdot10^{-34}\cdot1{,}2\cdot10^{15} - 3{,}75\cdot1{,}6\cdot10^{-19}}{1{,}6\cdot10^{-19}\cdot200} = 0{,}006 \text{ м} = 6 \text{ мм}.$$

**Ответ:** $d = 6$ мм.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**30**

**Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Брусок $m$ и тело $M$ движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки как до, так и после столкновения независимо от их размеров.
3. По условию трение отсутствует, и поэтому все внешние силы (силы тяжести и силы реакции опоры), действующие на тела $m$ и $M$, направлены вертикально и уравновешивают друг друга отдельно для каждого тела. Следовательно, в ИСО сохраняется импульс системы «брусок $m$ + тело $M$» при их столкновении.
4. Когда брусок $m$ + тело $M$ движутся, касаясь пружины, механическая энергия системы тел «брусок $m$ + тело $M$ + пружина» равна

$$E_{\text{мех}} = \frac{(m+M)v^2}{2} + \frac{kx^2}{2}.$$

Изменение механической энергии системы тел в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телам системы. В данной задаче единственной такой силой является сила реакции опоры, действующая на брусок $m$ + тело $M$ со стороны стола. Но из-за отсутствия трения эта сила вертикальна, а составное тело $(m+M)$ движется горизонтально, поэтому работа силы реакции опоры равна нулю и $E_{\text{мех}}$ сохраняется в ИСО.

**Решение**

1. В процессе абсолютно неупругого столкновения сохраняется суммарный импульс системы тел: $mv = (m+M)v_1$, где $v_1$ — скорость тел после столкновения.

2. Так как поверхность гладкая, то трения нет и движение тел от момента удара до момента касания свободного конца пружины будет равномерным: $L = v_1 t_1$, где $t_1$ — время движения на этом участке.

3. После касания пружины и до отрыва от неё тела будут двигаться, совершая гармоническое колебание. До отрыва пройдёт время $t_2 = \frac{T}{2}$, где $T$ — период колебаний груза на пружине: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m+M}{k}}$.

4. Отрыв тел от пружины произойдёт в точке касания пружины. По закону сохранения механической энергии при гармонических колебаниях скорость тел в точке отрыва равна $v_1$. Дальнейшее движение тел будет равномерным. Поэтому полное время движения тел до точки столкновения

$$t = 2t_1 + t_2 = \frac{2L}{v_1} + \frac{T}{2} = \frac{2L(m+M)}{mv} + \pi\sqrt{\frac{m+M}{k}}.$$

Учитывая, что $M = 2m$, получим

$$t = \frac{6L}{v} + \pi\sqrt{\frac{3m}{k}} = \frac{6 \cdot 0{,}1}{2} + 3{,}14 \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 0{,}1}{30}} = 0{,}614 \text{ с}.$$

**Ответ:** $t = 0{,}614$ с.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

## Вариант 29

**24** **Возможное решение**

1. Кольцо оттолкнётся от катушки.

2. При смещении движка реостата вверх его сопротивление уменьшается до нуля, а сила тока в катушке согласно закону Ома для полной цепи увеличивается $\left(I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}\right)$. При этом увеличивается поток вектора магнитной индукции через кольцо. По закону электромагнитной индукции в кольце возникает ЭДС индукции, появляется индукционный ток. В соответствии с правилом Ленца вектор магнитной индукции поля индукционного тока будет направлен против вектора магнитной индукции поля катушки. Взаимодействие токов в кольце и катушке приводит к тому, что кольцо отталкивается от катушки влево — в область, где магнитное поле катушки слабее, чем у торца катушки.

*Примечание для экспертов.*

Магнитные свойства выражены у меди слабо, индукционный ток в неподвижном кольце вблизи катушки с постоянным током равен нулю, поэтому сначала, пока движок реостата находится посередине, катушка практически не воздействует на медное кольцо и оно остаётся неподвижным.

В состоянии максимального отклонения влево кольцо не находится в равновесии, поэтому оно начинает возвращаться в исходное положение. При этом движении в кольце снова возникает индукционный ток, который замедляет движение и препятствует возможным колебаниям кольца на нитях.

В результате кольцо возвращается в исходное положение равновесия и остаётся в нём неподвижным.

(Эти рассуждения для полного верного ответа не требуются.)

**25** **Возможное решение**

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось: $0 = N - mg + F\sin\alpha$. Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{Тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{Тр}} = \mu(mg - F\sin\alpha)$. В итоге, искомая сила равна

$$F = \frac{\mu mg - F_{\text{Тр}}}{\mu\sin\alpha} = \frac{0{,}2 \cdot 2 \cdot 10 - 2{,}8}{0{,}2 \cdot 0{,}5} = 12 \text{ Н}.$$

**Ответ:** $F = 12$ Н.

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для собирающей линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы, $f$ — расстояние от линзы до изображения.

Оптическая сила линзы $D = \frac{1}{F}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета, получим:

$$f = \frac{d}{Dd - 1} = \frac{0{,}25}{5 \cdot 0{,}25 - 1} = 1 \text{ м}.$$

**Ответ:** $f = 1$ м.

**27** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик»: $C_в(t_3 - t_1) + C_ш(t_3 - t_2) = 0$.

Здесь $C_в$ — теплоёмкость стакана с водой, $C_ш$ — теплоёмкость шарика.

2. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик + второй шарик»: $C_в(t_4 - t_3) + C_ш(t_4 - t_3) + C_ш(t_4 - t_2) = 0$.

Решая записанную систему уравнений относительно $t_4$, получаем:

$$t_4 = \frac{t_1 t_2 - 2t_2 t_3 + t_1 t_3}{2t_1 - t_2 - t_3} = \frac{50 \cdot 10 - 2 \cdot 10 \cdot 40 + 50 \cdot 40}{2 \cdot 50 - 10 - 40} = 34 \text{ °C}.$$

**Ответ:** $t_4 = 34$ °C.

**28** **Возможное решение**

Мощность, выделяемая на резисторе $R_1$ до размыкания ключа К, равна

$$P_1 = \frac{\mathscr{E}^2}{R_1}, \quad (1)$$

где $\mathscr{E}$ — ЭДС источника.

После размыкания ключа через резистор $R_2$ начнёт протекать ток. Значит, ток в цепи после размыкания ключа К

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R_1 + R_2}, \quad (2)$$

Мощность, выделяемая соответственно на резисторах $R_1$ и $R_2$ после размыкания ключа,

$$P_1' = I^2 R_1, \quad (3)$$

$$P_2' = I^2 R_2. \quad (4)$$

Объединяя (1)–(4), получаем:

$$P_2' = P_1' \left( \sqrt{\frac{P_1}{P_1'}} - 1 \right) = 3 \cdot \left( \sqrt{\frac{27}{3}} - 1 \right) = 6 \text{ Вт}.$$

**Ответ:** $P_2' = 6$ Вт.

**29** **Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{вых} + \frac{m\upsilon_{max}^2}{2}$. (1)

Фотоэлектроны, влетевшие в электрическое поле $\vec{E}$, будут тормозиться им и, пройдя тормозной путь $d$, остановятся, затем начнут двигаться обратно.

Закон сохранения энергии для вылетевшего фотоэлектрона: $\frac{m\upsilon_{max}^2}{2} - e\varphi_1 = -e\varphi_2$,

откуда с учётом $\varphi_2 - \varphi_1 = -U < 0$ получаем: $\frac{m\upsilon_{max}^2}{2} = eU = eEd$, (2)

где $e$ — модуль заряда электрона.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Объединяя (1) и (2), имеем:

$$\nu = \frac{A_{\text{вых}} + eEd}{h} = \frac{1{,}89 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} + 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 \cdot 8{,}7 \cdot 10^{-3}}{6{,}6 \cdot 10^{-34}} \approx 6{,}7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}.$$

**Ответ:** $\nu \approx 6{,}7 \cdot 10^{14}$ Гц.

**30**

**Возможное решение**

**Обоснование**

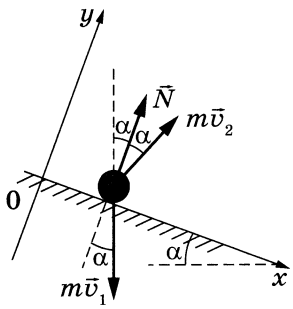
1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. При свободном падении шарика из начального положения на наклонную доску и после удара о доску до падения на землю на шарик действует только потенциальная сила тяжести. Поэтому во введённой нами ИСО при этом движении сохраняется механическая энергия шарика:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = const.$$

При абсолютно упругом ударе шарика о доску механическая энергия шарика сохраняется. Следовательно, сила трения равна нулю, а направление силы реакции опоры $\vec{N}$, действующей на шарик при ударе, перпендикулярно плоскости доски. Отметим, что $N \gg mg$, так как время удара коротко, а изменение импульса шарика за время удара конечно. Поэтому при описании удара пренебрегаем величиной $mg$ и записываем второй закон Ньютона для шарика в виде:

$$m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{N}\Delta t.$$

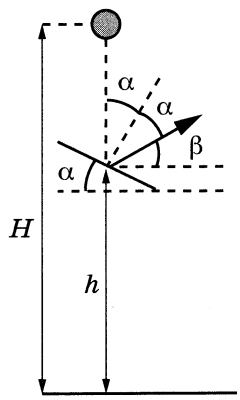
Из того, что $\vec{N} \parallel Oy$ (см. рисунок), следует, что $v_{2x} = v_{1x}$.




Из закона сохранения механической энергии при абсолютно упругом ударе $\left(\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}\right)$ следует, что $v_2 = v_1 = v$, то есть модуль скорости шарика при таком ударе не меняется. Но тогда $|v_{2y}| = |v_{1y}|$, и, следовательно, угол падения шарика на доску равен углу отражения.

**Решение**

1. Модуль скорости шарика $v_0$ непосредственно перед ударом о доску можно найти из закона сохранения механической энергии: $mg(H - h) = \frac{mv_0^2}{2}$.




2. После абсолютно упругого удара о доску модуль скорости шарика не изменится, а направление изменится. При таком ударе угол падения равен углу отражения, и скорость шарика после удара направлена под углом $\beta = 90° - 2\alpha$ к горизонту (см. рисунок). Максимальная высота подъёма шарика относительно точки удара о доску $\Delta h = \frac{0 - v_{0y}^2}{-2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\beta}{2g}$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

3. Относительно поверхности Земли шарик поднимется на высоту

$$h_1 = h + \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = h + (H - h)\sin^2(90 - 2\alpha) = h + (H - h)\cos^2 2\alpha.$$

Подставляя числовые значения, получим: $h_1 = 2 + (3 - 2)\cos^2(2 \cdot 30°) = 2{,}25$ м.

**Ответ:** $h_1 = 2{,}25$ м.

## Вариант 30

**24** **Возможное решение**

1. Кольцо притянется к катушке.

2. При смещении движка реостата вниз его сопротивление увеличивается до максимума, а сила тока в катушке согласно закону Ома для полной цепи уменьшается $\left(I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}\right)$. При этом уменьшается поток вектора магнитной индукции через кольцо. По закону электромагнитной индукции в кольце возникает ЭДС индукции, появляется индукционный ток. В соответствии с правилом Ленца вектор магнитной индукции поля индукционного тока будет сонаправлен с вектором магнитной индукции поля катушки и направлен влево. Взаимодействие токов в кольце и катушке приводит к тому, что кольцо притягивается к катушке и начнёт двигаться вправо к торцу катушки.

*Примечание для экспертов.*

Магнитные свойства выражены у меди слабо, индукционный ток в неподвижном кольце вблизи катушки с постоянным током равен нулю, поэтому сначала, пока движок реостата находится посередине, катушка практически не воздействует на медное кольцо и оно остаётся неподвижным.

В состоянии максимального отклонения вправо кольцо не находится в равновесии, поэтому оно начинает возвращаться в исходное положение. При этом движении в кольце снова возникает индукционный ток, который замедляет движение и препятствует возможным колебаниям кольца на нитях.

В результате кольцо возвращается в исходное положение равновесия и остаётся в нём неподвижным.

(Эти рассуждения для полного верного ответа не требуются.)

**25** **Возможное решение**

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось: $0 = N - mg + F\sin\alpha$. Выражение для силы трения скольжения имеет вид $F_{\text{Тр}} = \mu N$. Выполняя преобразования, получим $F_{\text{Тр}} = \mu(mg - F\sin\alpha)$. В итоге, коэффициент трения между бруском и плоскостью равен $\mu = \frac{F_{\text{Тр}}}{mg - F\sin\alpha} = \frac{1{,}2}{2 \cdot 10 - 25 \cdot 0{,}5} = 0{,}16$.

**Ответ:** $\mu = 0{,}16$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**26** **Возможное решение**

Запишем формулу для собирающей линзы $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$, где $d$ — расстояние от предмета до линзы, $f$ — расстояние от линзы до изображения.

Оптическая сила линзы $D=\frac{1}{F}$.

Проведя преобразования, для расстояния от линзы до предмета получим:

$$d=\frac{f}{Df-1}=\frac{0{,}12}{15\cdot 0{,}12-1}=0{,}15 \text{ м}.$$

**Ответ:** $d=0{,}15$ м.

**27** **Возможное решение**

1. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик»: $C_{\text{в}}(t_3-t_1)+C_{\text{ш}}(t_3-t_2)=0$.

Здесь $C_{\text{в}}$ — теплоёмкость стакана с водой, $C_{\text{ш}}$ — теплоёмкость шарика.

2. Запишем уравнение теплового баланса для системы «стакан с водой + первый шарик + второй шарик»: $C_{\text{в}}(t_4-t_3)+C_{\text{ш}}(t_4-t_3)+C_{\text{ш}}(t_4-t_2)=0$.

Решая записанную систему уравнений относительно $t_1$, получаем:

$$t_1=\frac{t_2t_4+t_3t_4-2t_2t_3}{2t_4-t_2-t_3}=\frac{10\cdot 34+34\cdot 40-2\cdot 10\cdot 40}{2\cdot 34-10-40}=50 \text{ °C}.$$

**Ответ:** $t_1=50$ °C.

**28** **Возможное решение**

Ток в цепи до замыкания ключа К

$$I=\frac{\mathscr{E}}{R_1+R_2}, \quad (1)$$

где $\mathscr{E}$ — ЭДС источника.

Мощность, выделяемая соответственно на резисторах $R_1$ и $R_2$,

$$P_1=I^2R_1, \quad (2)$$

$$P_2=I^2R_2. \quad (3)$$

После замыкания ключа ток через резистор $R_2$ течь не будет. Значит, мощность, выделяемая на резисторе $R_1$ после замыкания ключа К,

$$P_1'=\frac{\mathscr{E}^2}{R_1}. \quad (4)$$

Объединяя (1)–(4), получаем: $P_1'=P_1\left(1+\frac{P_2}{P_1}\right)^2=3\left(1+\frac{6}{3}\right)^2=27$ Вт.

**Ответ:** $P_1'=27$ Вт.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**29**

**Возможное решение**

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + \dfrac{mv_{\max}^2}{2}$. (1)

Фотоэлектроны, влетевшие в электрическое поле $\vec{E}$, будут тормозиться им и, пройдя тормозной путь $d$, остановятся, затем начнут двигаться обратно.

Закон сохранения энергии для вылетевшего фотоэлектрона: $\dfrac{mv_{\max}^2}{2} - e\varphi_1 = -e\varphi_2$,

откуда с учётом $\varphi_2 - \varphi_1 = -U < 0$ получаем: $\dfrac{mv_{\max}^2}{2} = eU = eEd$, (2)

где $e$ — модуль заряда электрона.

Объединяя (1) и (2), имеем:

$$d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-34} \cdot 7{,}4 \cdot 10^{14} - 2{,}4 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 250} \approx 2{,}6 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2{,}6 \text{ мм}.$$

**Ответ:** $d \approx 2{,}6$ мм.

**30**

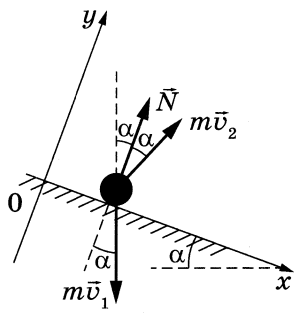
**Возможное решение**

**Обоснование**

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. При свободном падении шарика из начального положения на наклонную доску и после удара о доску до падения на землю на шарик действует только потенциальная сила тяжести. Поэтому во введённой нами ИСО при этом движении сохраняется механическая энергия шарика:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = const.$$

При абсолютно упругом ударе шарика о доску механическая энергия шарика сохраняется. Следовательно, сила трения равна нулю, а направление силы реакции опоры $\vec{N}$, действующей на шарик при ударе, перпендикулярно плоскости доски. Отметим, что $N \gg mg$, так как время удара коротко, а изменение импульса шарика за время удара конечно. Поэтому при описании удара пренебрегаем величиной $mg$ и записываем второй закон Ньютона для шарика в виде:




$$m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \vec{N}\Delta t.$$

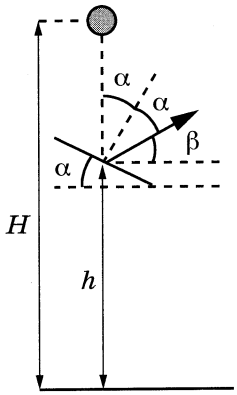
Из того, что $\vec{N} \parallel Oy$ (см. рисунок), следует, что $v_{2x} = v_{1x}$.

Из закона сохранения механической энергии при абсолютно упругом ударе $\left(\dfrac{mv_2^2}{2} = \dfrac{mv_1^2}{2}\right)$ следует, что $v_2 = v_1 = v$, то есть модуль скорости шарика при таком ударе не меняется. Но тогда $|v_{2y}| = |v_{1y}|$, и, следовательно, угол падения шарика на доску равен углу отражения.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

**Решение**




1. Модуль скорости шарика $v_0$ непосредственно перед ударом о доску можно найти из закона сохранения механической энергии: $mg(H-h)=\dfrac{mv_0^2}{2}$.

2. После абсолютно упругого удара о доску модуль скорости шарика не изменится, а направление изменится. При таком ударе угол падения равен углу отражения, и скорость шарика после удара направлена под углом $\beta=90^\circ-2\alpha$ к горизонту (см. рисунок). Максимальная высота подъёма шарика относительно точки удара о доску $\Delta h=\dfrac{0-v_{0y}^2}{-2g}=\dfrac{v_0^2\sin^2\beta}{2g}$.

3. Относительно поверхности Земли шарик поднимется на высоту

$$h_1=h+\frac{v_0^2\sin^2\beta}{2g}=h+(H-h)\sin^2(90-2\alpha)=h+(H-h)\cos^2 2\alpha.$$

Отсюда получим: $\cos 2\alpha=\sqrt{\dfrac{h_1-h}{H-h}}=\sqrt{\dfrac{0{,}25}{1}}=0{,}5$. Значит, $2\alpha=60^\circ$, а $\alpha=30^\circ$.

**Ответ:** $\alpha=30^\circ$.

© 2023. ООО «Издательство «Национальное образование»
Копирование, распространение и использование в коммерческих целях без письменного разрешения правообладателя не допускается

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

Издание для дополнительного образования
ЕГЭ. ФИПИ — ШКОЛЕ

**ЕГЭ. ФИЗИКА**
ТИПОВЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВАРИАНТЫ
30 ВАРИАНТОВ

Под редакцией *Марины Юрьевны* ***Демидовой***

Главный редактор *И. Федосова*
Ответственный редактор *О. Чеснокова*
Редактор *П. Вяткина*
Художественный редактор *О. Медведева*
Технический дизайнер *В. Дронов*
Компьютерная вёрстка *Т. Середа*
Корректор *А. Полякова*

Подписано в печать 22.09.2022. Формат $60\times90^{1}/_{8}$.
Усл. печ. л. 50,0. Печать офсетная. Бумага типографская.
Тираж 50 000 экз. Заказ № 70957.

ООО «Издательство «Национальное образование»
119021, Москва, ул. Россолимо, д. 17, стр. 1, тел.: +7 (495) 788-00-75(76)

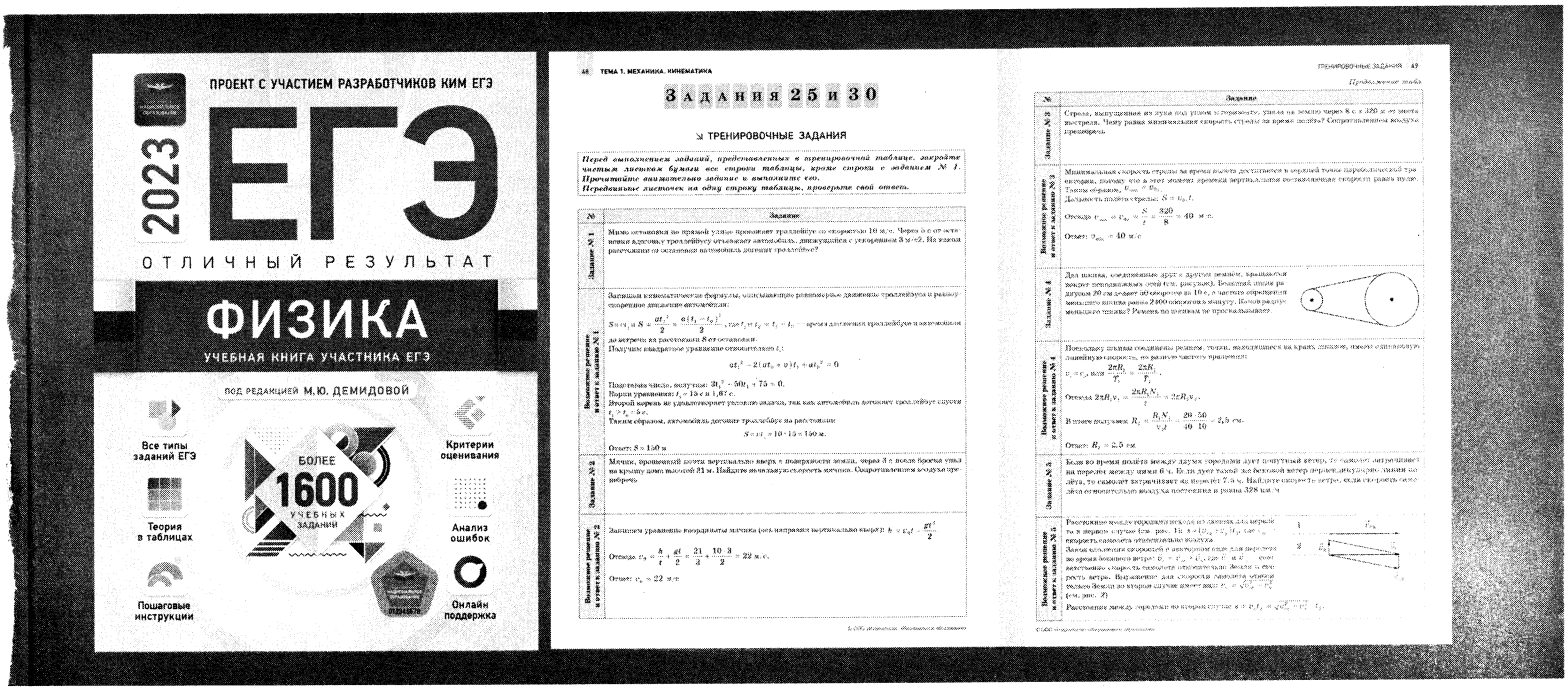
Свои пожелания и предложения по качеству и содержанию книг
Вы можете направлять по эл. адресу: editorial@nobr.ru

Отпечатано в филиале «Смоленский полиграфический комбинат»
АО «Издательство «Высшая школа». Российская Федерация,
214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1.
Тел.: +7(4812) 31-11-96. Факс: +7(4812) 31-31-70.
E-mail: spk@smolpk.ru http://www.smolpk.ru

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# ЕГЭ. ОТЛИЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ. УЧЕБНАЯ КНИГА

Книги серии **«ЕГЭ. ОТЛИЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ. УЧЕБНАЯ КНИГА»** предназначены для использования в урочной и внеурочной деятельности, а также в дополнительном образовании и самообразовании детей для активизации и обобщения знаний по предмету за курс средней школы, совершенствования умений и навыков выполнения типовых экзаменационных заданий единого государственного экзамена 2023 года, развития творческих способностей старшеклассников.




Учебная книга содержит материалы, созданные разработчиками контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике, **по каждой теме, проверяемой в ЕГЭ демоверсии 2023 года:**

- характеристику каждого типа заданий;
- примеры выполнения всех типовых заданий ЕГЭ с комментариями и ответами;
- теорию, необходимую для выполнения всех типов заданий по теме;
- тренировочные материалы к каждому типу заданий ЕГЭ в рамках темы, включая диагностические работы из типовых заданий ЕГЭ;
- критерии оценивания и ответы ко всем заданиям;
- встроенный бланк ответа для тренировки навыков его правильного заполнения;
- дополнительные тренировочные материалы по темам на онлайн-ресурсе ege.plus.

**В УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКТ ВХОДЯТ УЧЕБНЫЕ ИЗДАНИЯ:**

ЕГЭ. Физика. Типовые экзаменационные варианты. 10 ВАРИАНТОВ
ЕГЭ. Физика. Типовые экзаменационные варианты. 30 ВАРИАНТОВ
ЕГЭ. Физика. Отличный результат. УЧЕБНАЯ КНИГА


ИЗДАТЕЛЬСТВО НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
www.nobr.ru

Онлайн-поддержка НИКО
Учебно-методическое сопровождение АНО ДПО «Национальный институт качества образования»
niko.institute


ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика

# Все книги издательства можно приобрести в книжных магазинах:

**Федеральные интернет-магазины**
Интернет-магазин «Озон»
www.ozon.ru

Интернет-магазин «Вайлдбериз»
www.wildberries.ru

Интернет-магазин «Книжный Лабиринт»
www.labirint.ru

**Москва**
ООО «ТК «Абрис»
www.textbook.ru
(495) 139-89-40

ООО «Развитие»
razvitie.ltd
e-mail: zakaz@razvitie.ltd
(495) 989-14-38, (498) 647-55-66

Межрегиональный центр «Глобус»
www.roslit.ru
e-mail: sales@roslit.ru
(499) 391-74-67, (495) 728-01-54

Книжный магазин «Библио-Глобус»
ул. Мясницкая, д. 6/3, стр. 1
bgshop.ru
(495) 781-19-00

ООО «Дидактик»
г. Долгопрудный, Новое шоссе, д. 38
e-mail: mdir@didactik.ru
(495) 788-01-41

ГУП г. Москвы «Объединенный центр «Московский дом книги»
ул. Новый Арбат, д. 8
www.mdk-arbat.ru
(495) 789-35-91, (495) 648-17-68

ООО «ТД «Образование»
ул. Каспийская, д. 22, корп. 1, стр. 5, 5-й эт., пом. IX
e-mail: zakaz@tdobr.ru
(495) 266-65-81

Дом книги «Медведково»
пр-д Заревый, д. 12
www.bearbooks.ru
(499) 476-16-90, (495) 656-92-97

ООО «Новое качество образования»
пр-д Одоевского, д. 3, корп. 1
(800) 201-54-98

ООО «Иглика-Пресс»
www.iglika-press.ru
e-mail: iglika-press@yandex.ru
8 (499) 136-62-62, 8 (800) 770-74-86

Интернет-магазин «Рослит»
www.roslit.ru
(495) 795-09-07, (495) 728-01-54

ИП Сергеев. Интернет-магазин
ул. 1-я Останкинская, д. 55
www.bookschool.ru
(926) 542-01-35

Интернет-магазин «Амиталь»
www.amital.ru
(473) 223-00-02

**Санкт-Петербург**
ООО «УЧТОРГ»
пр-т Железнодорожный, д. 20
e-mail: info@prosv-spb.ru
(812) 612-11-03, 327-04-50

Магазин «Учебники» ДК им. Крупской
пр-т Обуховской обороны, д. 105, пав. № 43
(812) 335-01-61

ООО «Школьная книга»
пр-т Заневский, д. 51
www.sbooks.ru
(812) 336-16-65

ИП Александров, «Учебная книга»
(812) 341-04-58, (812) 342-41-05

**Абакан**
ГАОУ РХ ДПО «Хакасский институт развития образования и повышения квалификации»
ул. Хакасская, д. 73А
(3902) 22-70-12

**Альметьевск**
Сеть магазинов «Дом Книги»
ул. Ленина, д. 60
e-mail: lych@kazanbooks.ru
8 (8553) 32-72-75

**Астрахань**
Магазин «Глобус»
ул. Красная Набережная, д. 96Б
8 (908) 612-77-93

**Барнаул**
Представительство «Библионик»
ул. Деповская, 7, оф. А1-106
e-mail: kulik_i@biblionik.ru
+7 (3852) 36-37-90

**Белгород**
ООО «Новое качество образования»
пр-т Б. Хмельницкого, 132-А
(800) 201-54-98

ООО «Амиталь»
б-р Народный, 80б
(4722) 42-48-42

**Бердск**
Склад ООО «Библионик»
ул. Барнаульская, д. 6
+7 (383) 336-46-01, +7 (913) 457-33-58
e-mail: zakaz@biblionik.ru

**Благовещенск**
Книжный магазин «Опткнига»
ул. Горького, д. 155
(4162) 51-27-30

**Братск**
ООО «Книголюб»
ул. Наймушина, д. 34
e-mail: bookisland@mail.ru
(3953) 40-99-63

**Бугульма**
Магазин «Дом Книги»
ул. М. Джалиля, д. 7, ТД «Цум»
+7 (987) 211-13-13

**Великий Новгород**
ООО «Канцеляр»
ул. Державина, д. 11
e-mail: Marina601802@mail.ru
8 (921) 022-72-62

**Владивосток**
ООО «Дальтест»
ул. Шефнера, д. 2
8 (914) 705-60-36

Сеть магазинов «Глобус»
ул. Овчинникова, д. 10
globusbooks.ru
(4232) 36-26-13

**Владикавказ**
Магазин «Книги»
ул. Бородинская, д. 12
www.kmv-book.ru
(8672) 44-54-26

**Владимир**
Владимирский областной МЦ «Глобус»
пр-т Ленина, д. 2
www.globus-kniga.ru
e-mail: vladimir@globus-kniga.ru
(4922) 38-02-58

**Волгоград**
МЦ «Глобус»
ул. Аллея Героев, 3
e-mail: 19126123@mail.ru
e-mail: volgograd@globus-kniga.ru
(8442) 49-23-69, (8442) 59-23-69

ИП Некрасова М. Ю.
e-mail: rusobr@internet.ru
e-mail: nekrasov@niko.institute
+7 (961) 320-70-00

**Вологда**
ООО «Учебная литература»
ул. Гончарная, д. 2
(8172) 51-18-48, (8172) 51-57-10, (8172) 51-94-10

**Воронеж**
ООО «Амиталь»
пр-т Ленинский, д. 153
www.amital.ru
(473) 223-17-02

**Грозный**
Магазин «Атлас»
ТЦ «Беркат», блок автостанции, 3-й эт.
(989) 904-92-59

**Екатеринбург**
ООО «Умная сова»
пр-т Ленина, д. 99, цоколь
(922)152-85-01

Торговая компания «Люмна»
ул. Студенческая, д. 1В
www.lumna.ru
(343) 228-10-70, (343) 228-10-91

**Ессентуки**
Магазин «Твоя книга»
ул. Кисловодская, д. 73
(928) 704-93-87

**Зеленодольск**
Магазин «Дом Книги»
ул. Комсомольская, д. 8
(84371) 5-64-62

**Иваново**
Ивановский областной МЦ «Глобус»
ул. Велижская, д. 70
www.globus-kniga.ru
e-mail: ivanovo@globus-kniga.ru
(4932) 58-55-74

**Иркутск**
ООО «Продалитъ»
ул. Ракитная, 12а/1
e-mail: prodalit_order@prodalit.ru
e-mail: realiz@prodalit.ru
(3952) 50-08-39, (3952) 48-60-36

ООО «СибВерк-Байкал»
ул. Трактовая, д. 35
e-mail: Sibverk-baikal@mail.ru
(3952) 482-190

**Казань**
ООО «Пегас»
ул. Гвардейская, д. 9А
www.bookskazan.ru
(843) 272-72-73

**Калуга**
Калужский областной МЦ «Глобус»
ул. Баумана, д. 5
www.globus-kniga.ru
e-mail: kaluga@globus-kniga.ru
(4842) 77-45-99

ООО «Школьный мир»
ул. Достоевского, д. 29, пом. 66
(4842) 57-58-51

**Каменск-Уральский**
ООО «Умная сова»
пр-т Победы, д. 87
(912) 623-68-59, (902) 150-90-68

**Кемерово**
Филиал ООО «Книжный мир»
пр-т Кузнецкий, д. 102
e-mail: skazka@kmr.ru
(3842) 21-14-88

**Киселевск**
ООО «КиселевскКнига»
пер. Транспортный, д. 2
e-mail: kisbook1@yandex.ru
(384-64) 223-52

**Комсомольск-на-Амуре**
ООО «Планета»
пр-т Первостроителей, д. 21
(4217) 27-43-96

**Краснодар**
ООО «Ремикс»
ул. Восточный обход, д. 10
(861) 227-74-57

Дом книги «Когорта»
ул. Красная, д. 45
(861) 262-99-20

ИП Некрасова М. Ю.
e-mail: rusobr@internet.ru
e-mail: nekrasov@niko.institute
+7 (961) 320-70-00

**Красноярск**
«Красноярский краевой институт повышения квалификации»
пр-т Мира, д. 76
(391) 227-90-00

ООО «СибВерк-Континент»
ул. Спандаряна, д. 12
e-mail: c-book@scn.ru
(391) 201-85-81

Книжный магазин «Территория»
ул. Белинского, 8,
ТРК «КомсоМОЛЛ», 2-й эт.
e-mail: t2194746@yandex.ru
(391) 219-47-46, (913) 832-93-91

ООО «Сибкнига»
ул. 9 Мая, д. 10
магазин «Яр Книга»
яркнига24.рф
e-mail: yarkniga@mail.ru
(391) 22-33-500

ООО «Школьный мир»
ул. Молокова, д. 40
(391) 272-83-34

**Курск**
ООО «Аистенок»
ул. Щепкина, 22–24
www.aistenok-kursk.ru
(4712) 52-86-10

ООО «Амиталь»
пр. Хрущева, д. 5А
(4712) 51-91-15

**Липецк**
ООО «Амиталь»
пл. Плеханова, д. 7
(4742) 47-02-53, (4742) 27-31-15

**Махачкала**
Магазин «Алифба»
ул. Ирчи Казака, д. 49/47, рынок, 10-й ряд

Книготорговая компания «Дагкнигасервис»
ул. Белинского, д. 11В;
пр-т Имама Шамиля, 1 «г»
(8722) 56-87-37

**Междуреченск**
МУП «Междуреченский головной книжный магазин»
п. Коммунистический, д. 10
e-mail: book@rikt.ru
(3847) 52-32-18

**Минеральные Воды**
Магазин «Твоя Книга»
ул. Карла Маркса, д. 51
(928) 704-93-87

**Набережные Челны**
Магазин «Книга+»
пр-т Мира, д. 3, ТРЦ «Торговый квартал»
(8552) 44-66-50

**Назрань**
Магазин «Твоя Книга»
ул. Фабричная, д. 26
(928) 920-20-67

**Нальчик**
Магазин «Твоя Книга»
ул. Кирова, д. 353
8 (928) 704-93-87

**Нижний Новгород**
Книжный магазин «Учебная книга»
пр-т Ленина, д. 1
(831) 245-11-98

**Новороссийск**
«Книжная лавка студента»
ул. Южная, д. 5
ул. Исаева, д. 6
ул. Революции 1905 г., д. 21
лавка-студента.рф
shop.lavkastudenta.com

**Новосибирск**
ООО «Академия школы»
ул. Кривощёковская, оф. 106
e-mail: dremlugova_z@biblionik.ru
(383) 375-52-59, 233-55-65;
8 (913) 943-93-99

Книжный магазин «Академия школы»
ул. Геодезическая, 4/1,
ТЦ «Амстердам», эт. –2
e-mail: savinykh_s@biblionik.ru
(383) 233-47-46, (383) 286-47-46

ООО «СибВерк»
ул. Линейная, д. 114/3
book.sibverk.ru
(383) 200-01-55, (383) 200-06-29, (383) 347-88-20

**Новый Уренгой**
ООО «Библиосфера»
ул. Губкина, д. 5
(3494) 94-55-84

**Ноябрьск**
Магазин «Дом Книги»
пр-т Мира, д. 75А
(3496) 34-16-42, (3496) 35-40-96

**Оленегорск**
МУП «Кругозор»
пр-т Ленинградский, д. 7
(921) 165-64-54

**Омск**
Книжный магазин «Учебная литература»
ул. Ленина, д. 10, оф. 20, 2-й эт.
(3812) 24-45-37, (3812) 23-83-36

**Оренбург**
ООО «Фирма «Фолиант»
ул. Советская, д. 24
(3532) 77-46-92, (3532) 77-20-24, (3532) 77-25-52

**Пенза**
ОАО «Пензенский областной учколлектор»
ул. Рахманинова, д. 11
(8412) 95-54-59, (8412) 52-07-26

**Пермь**
Пермский краевой МЦ «Глобус»
ул. Мира, 78А
www.globus-kniga.ru
e-mail: perm@globus-kniga.ru
e-mail: kniga.perm@yandex.ru
(342) 212-34-26; 8 (912) 58-20-010, 8 (912) 88-10-110

**Петропавловск-Камчатский**
ООО «Новое качество образования»
ул. Кавказская, д. 40
(800) 201-54-98

**Пятигорск**
Оптово-розничный центр «Твоя книга»
ул. Береговая, д. 14
www.kmv-book.ru
(8793) 39-02-53, (928) 285-02-46

**Республика Крым, Симферополь**
ООО «Торговая компания «Абрис»
ул. Крылова, 172
e-mail: znanie@textbook.ru
(3652) 788-365, +7 (978) 091-05-91

Магазин «Школьный Мир»
ул. Караимская, 23-В
(978) 982-96-39

ООО «Иглика»
Розница: ул. Гагарина, д. 1;
ул. Кирова, 19;
опт: ул. Гагарина, д. 14А
(800) 770-74-86

**Россошь**
ООО «Амиталь»
пр-т Труда, д. 26А
(47396) 5-28-05

**Ростов-на-Дону**
Сеть книжных магазинов «Магистр»
ул. Б. Садовая, д. 67
https://www.booka.ru
e-mail: site@booka.ru
(863) 279-39-11, (863) 248-01-68

ООО «Фаэтон-пресс»
ул. Нансена, д. 149
https://faeton-press.ru
e-mail: faeton_svetlana@mail.ru
(863) 240-83-25, (863) 240-74-88, (863) 322-12-84

ИП Некрасова М. Ю
e-mail: rusobr@internet.ru
e-mail: nekrasov@niko.institute
+7 (961) 320-70-00

**Рязань**
Магазин «Учебники»
ул. Халтурина, д. 1Б
(4912) 44-67-75, (4912) 45-82-04

**Самара**
«Книжный магазин»
ул. Чернореченская, д. 21
(846) 278-45-01, (917) 153-90-87

Сеть магазинов «Чакона»
www.chaconne.ru
(846) 331-22-33

**Саратов**
Сеть магазинов «Моя книга»
ул. Осипова, д. 10А
(8452) 72-65-65

Книготорговая компания «Полиграфист»
ул. Чернышевского, д. 57А
(8452) 29-42-98

**Смоленск**
ООО «Книжный мир»
ул. Октябрьской революции, д. 7
(4812) 38-19-25

**Ставрополь**
Магазин «Мир знаний»
ул. Лермонтова, 191Б
(8652) 24-28-77, 8 (909) 756-66-85

**Старый Оскол**
ООО «Амиталь»
мкр-н Олимпийский, д. 62
8 (4725) 39-00-10

**Сургут**
Магазин «Живое слово»
ул. Университетская, д. 29

**Сыктывкар**
ООО «Бук-Регион»
www.book-region.ru
(8212) 57-04-05; (904) 862-73-97

**Тамбов**
ТАМБОВКНИГА
ул. Интернациональная, д. 52А
(4752) 72-00-47

**Томск**
ООО «Элион+»
ул. Сергея Лазо, д. 24
8 (923) 406-09-86, 8 (913) 801-58-31

ООО «Учсервис»
ул. Пушкина, д. 27Ж
(3822) 46-86-24
e-mail: tomuchservice@gmail.com

**Тула**
Магазин «Книжгород»
ул. Максима Горького, д. 33
(4872) 47-09-14

**Тюмень**
ЗАО «Фолиант»
ул. Республики, д. 137
(3452) 32-34-86

Магазин «Книжный мир»
ул. Рижская, д. 64, корп. 1
(3452) 20-08-11

**Улан-Удэ**
Магазин «ПолиНом»
www.polinom03.ru
(3012) 44-07-28, (347) 241-07-70

ООО «Аяганга»
ул. Ранжурова, д. 10, пом. 3
(924) 359-78-88

**Ульяновск**
Ульяновский областной МЦ «Глобус»
ул. Пушкинская, д. 15А
www.globus-kniga.ru
e-mail: simbirsk@globus-kniga.ru
(8422) 67-55-77

**Уфа**
ООО «Учебно-методический центр «Эдвис»
ул. 50 лет СССР, д. 12
www.edvisrb.ru
(347) 282-52-01, (347) 282-56-30

Сеть книжных магазинов «Планета»
www.planetabook.ru
8-800-5000-338

**Чебоксары**
ГУП «Учколлектор» Минобразования Чувашии
пр-т Школьный, д. 6А
(8352) 56-24-75, (8352) 56-08-55

**Челябинск**
Книжный магазин «Библио-Глобус»
ул. Молдавская, д. 16, 4-й эт.,
ТРЦ «Фокус»
(351) 799-22-05, (351) 799-21-76

ООО «ИнтерСервис ЛТД»
8 (800) 550-21-29
e-mail: info@fkniga.ru

**Чита**
Сеть магазинов «Генезис»
ул. Ангарская, д. 17
(3022) 21-10-34

**Элиста**
Книготорговая сеть «Учитель»
ул. Ленина, д. 247/20
(84722) 2-86-42

**Якутск**
ООО «Книжный маркет»
ул. Ярославского, д. 16/1
(4112) 34-20-47, (4112) 34-10-30, (4112) 42-40-27

**Ярославль**
ООО «Компания «Школьный проект»
ул. М. Пролетарская, д. 18А, оф. 234
www.schoolproekt76.ru
(4852) 58-37-56, (4852) 58-37-57;
8 (930) 111-63-53

Магазин «Школьник»
ул. Светлая, д. 34
(4852) 41-09-40, (4852) 41-09-54

ЕГЭ/ОГЭ Физика | vk.com/ege_phys | youtube.com/c/ЕГЭФизика