

**Контрольно-измерительные материалы
к рабочей программе по физике среднего
(полного) общего образования**

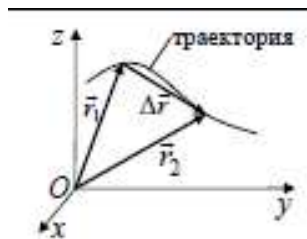
**Кодификатор
элементов содержания и требований к уровню подготовки
выпускников образовательных организаций для проведения
единого государственного
экзамена по ФИЗИКЕ**

Кодификатор элементов содержания по физике и требований к уровню подготовки выпускников образовательных организаций для проведения единого государственного экзамена является одним из документов, определяющих структуру и содержание КИМ ЕГЭ. Он составлен на основе Федерального компонента государственных стандартов основного общего и среднего (полного) общего образования по физике (базовый и профильный уровни) (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

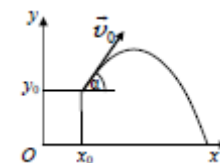
Раздел 1. Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике

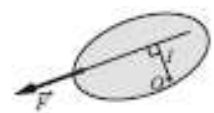
В первом столбце указан код раздела, которому соответствуют крупные блоки содержания. Во втором столбце приведен код элемента содержания, для которого создаются проверочные задания. Крупные блоки содержания разбиты на более мелкие элементы.

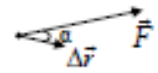
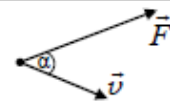
Код раздела	Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями КИМ
1		МЕХАНИКА
1.1		КИНЕМАТИКА
	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета
	1.1.2	Материальная точка. Её радиус-вектор: $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$, траектория, перемещение: $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = (\Delta x, \Delta y, \Delta z)$, Путь. Сложение перемещений: $\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$



1.1.3	Скорость материальной точки: $\vec{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{v}' = (v_x, v_y, v_z),$ $v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = x'_t, \text{ аналогично } v_y = y'_t, v_z = z'_t.$ Сложение скоростей: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_0$
1.1.4	Ускорение материальной точки: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{a}' = (a_x, a_y, a_z),$ $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = (v_x)'_t, \text{ аналогично } a_y = (v_y)'_t, a_z = (v_z)'_t.$
1.1.5	Равномерное прямолинейное движение: $x(t) = x_0 + v_{0x}t$ $v_x(t) = v_{0x} = \text{const}$
1.1.6	Равноускоренное прямолинейное движение: $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ $a_x = \text{const}$ $v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$
1.1.7	Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту: $\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \end{cases}$ $\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$
1.1.8	Движение точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R, \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ Центростремительное ускорение точки: $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$
1.1.9	Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела
1.2	ДИНАМИКА
1.2.1	Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея
1.2.2	Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \frac{m}{V}$



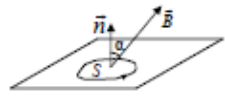
1.2.3	Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{\text{равнодействующая}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots$
1.2.4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО $\vec{F} = m\vec{a}$; $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ или $\vec{F} = \text{const}$
1.2.5	Третий закон Ньютона для материальных точек: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ 
1.2.6	Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$ Сила тяжести. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 : $mg = \frac{GM}{(R_0 + h)^2}$
1.2.7	Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость: $v_{1k} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$
1.2.8	Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$
1.2.9	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $F_{\text{тр}} = \mu N$ Сила трения покоя: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ Коэффициент трения
1.2.10	Давление: $p = \frac{F}{S}$
1.3	СТАТИКА
1.3.1	Момент силы относительно оси вращения: $M = FI$, где I - плечо силы F относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку 
1.3.2	Условия равновесия твердого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$
1.3.3	Закон Паскаля
1.3.4	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$
1.3.5	Закон Архимеда $\vec{F}_A = -\vec{P}_{\text{вытесн}}$ если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_A = \rho g V_{\text{вытесн}}$ Условие плавания тел
1.4	ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ
1.4.1	Импульс материальной точки $\vec{p} = m\vec{v}$
1.4.2	Импульс системы тел: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$
1.4.3	Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО $\Delta p = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = \vec{F}_{1\text{внешн}}\Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}}\Delta t + \dots$; в ИСО $\Delta p = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots) = 0$, если $\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \dots = 0$

1.4.4	Работа силы: на малом перемещении, $A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$ 
1.4.5	Мощность силы: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0} = F \cdot v \cdot \cos \alpha$ 
1.4.6	Кинетическая энергия материальной точки: $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$ Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО $\Delta E_k = A_1 + A_2 + \dots$
1.4.7	Потенциальная энергия: для потенциальных сил $A_n = E_{1\text{потенц}} - E_{2\text{потенц}} = -\Delta E_{\text{потенц}}$ Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести: $E_{\text{потенц}} = mgh$ Потенциальная энергия упруго деформированного тела: $E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$
1.4.8	Закон изменения и сохранения механической энергии: $E_{\text{мех}} = E_{\text{кин}} + E_{\text{потенц}}$ В ИСО $E_{\text{мех}} = A_{\text{всех непотенц сил}}$ В ИСО $\Delta E_{\text{мех}} = 0$, если $A_{\text{всех непотенц сил}} = 0$
1.5	МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
1.5.1	Гармонические колебания. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание: $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, $v_x(t) = \dot{x}_t$, $a_x(t) = (\dot{v}_x)_t = \omega^2 x(t)$ Динамическое описание: $ma_x = -kx$, где $k = m\omega^2$. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии): $\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$ Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения: $v_{\text{max}} = \omega A, a_{\text{max}} = \omega^2 A$
1.5.2	Период и частота колебаний: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$. Период малых свободных колебаний математического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Период свободных колебаний пружинного маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
1.5.3	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая

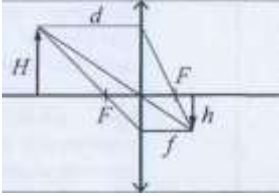
	1.5.4	Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны: $\lambda = vT = \frac{v}{\nu}$ Интерференция и дифракция волн
	1.5.5	Звук. Скорость звука
2	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА	
2.1	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА	
	2.1.1	Модели строения газов, жидкостей и твердых тел
	2.1.2	Тепловое движение атомов и молекул вещества
	2.1.3	Взаимодействие частиц вещества
	2.1.4	Диффузия. Броуновское движение
	2.1.5	Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом
	2.1.6	Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ): $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \left(\frac{m_0 v^2}{2} \right) = \frac{2}{3} n \overline{\epsilon_{пост}}$
	2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^\circ + 273 \text{ К}$
	2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц: $\overline{\epsilon_{пост}} = \left(\frac{m_0 v^2}{2} \right) = \frac{3}{2} kT$
	2.1.9	Уравнение $p = nkT$
	2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Уравнение Менделеева – Клапейрона} \\ \text{Выражение для внутренней энергии} \end{array} \right.$ Уравнение Менделеева - Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, p = \frac{\rho RT}{\mu}$ Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_V T$
	2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$
	2.1.12	Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом частиц N (с постоянным количеством вещества ν): изотерма ($T = \text{const}$): $pV = \text{const}$, изохора ($V = \text{const}$): $\frac{p}{T} = \text{const}$, изобара ($p = \text{const}$): $\frac{V}{T} = \text{const}$. Графическое представление изопроцессов на pV-, pT- и VT-диаграммах
	2.1.13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара

	2.1.14	Влажность воздуха. Относительная влажность: $\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщ.пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыщ.пара}}(T)}$
	2.1.15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация
	2.1.17	Преобразование энергии в фазовых переходах
2.2.	ТЕРМОДИНАМИКА	
	2.2.1	Тепловое равновесие и температура
	2.2.2	Внутренняя энергия
	2.2.3	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение
	2.2.4	Количество теплоты Удельная теплоемкость вещества c : $Q = cm\Delta T$.
	2.2.5	Удельная теплота парообразования γ : $Q = \gamma m$. Удельная теплота плавления λ : $Q = \lambda m$. Удельная теплота сгорания топлива q : $Q = qm$
	2.2.6	Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме
	2.2.7	Первый закон термодинамики: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$ Адиабата: $Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2$
	2.2.8	Второй закон термодинамики, необратимость
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{ Q_{\text{хол}} }{Q_{\text{нагр}}}$
	2.2.10	Максимальное значение КПД. Цикл Карно $\eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$
	2.2.11	Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$.
3	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
3.1	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ	
	3.1.1	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда
	3.1.2	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$
	3.1.3	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды

3.1.4	Напряжённость электрического поля: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$. Поле точечного заряда: $E_r = k \frac{q}{r^2}$, однородное поле: $\vec{E} = \text{const.}$ Картины линий этих полей
3.1.5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. $A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$ Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: $W = q\varphi$ Потенциал электростатического поля: $\varphi = \frac{W}{q}$. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: $U = Ed$.
3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots, \quad \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$
3.1.7	Проводники в электростатическом поле Условие равновесия зарядов: внутри проводника $\vec{E} = 0$, внутри и на поверхности проводника $\varphi = \text{const.}$
3.1.8	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ϵ
3.1.9	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $C = \frac{q}{U}$. Электроёмкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} = \epsilon C_0$
3.1.10	Параллельное соединение конденсаторов: $q = q_1 + q_2 + \dots$, $U_1 = U_2 = \dots$, $C_{\text{паралл}} = C_1 + C_2 + \dots$ Последовательное соединение конденсаторов: $U = U_1 + U_2 + \dots, \quad q_1 = q_2 = \dots,$ $\frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: $W_c = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$
3.2	ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА
3.2.1	Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} _{\Delta t \rightarrow 0}$. Постоянный ток: $I = \text{const.}$ Для постоянного тока $q = It$
3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС ϵ
3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$
3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho \frac{l}{S}$

3.2.5	Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, $\epsilon = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$
3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи $\epsilon = IR + Ir, \text{ откуда } I = \frac{\epsilon}{R+r}$ 
3.2.7	Параллельное соединение проводников: $I = I_1 + I_2 + \dots, \quad U = U_1 = U_2 = \dots, \quad \frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ Последовательное соединение проводников $I = I_1 = I_2 = \dots, \quad U = U_1 + U_2 + \dots, \quad R_{\text{послед}} = R_1 + R_2 + \dots$
3.2.8	Работа электрического тока: $A = IUt$ Закон Джоуля - Ленца: $Q = I^2 R t$
3.2.9	Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} _{\Delta t \rightarrow 0} = IU$. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ Мощность источника тока: $P_\epsilon = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} _{\Delta t \rightarrow 0} = \epsilon I$
3.2.10	Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод
3.3	МАГНИТНОЕ ПОЛЕ
3.3.1	Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots$. Линии магнитного поля. Картина линий поля полосового и подковообразного постоянных магнитов
3.3.2	Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током
3.3.3	Сила Ампера, её направление и величина: $F_A = IB \sin \alpha$, где α - угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$
3.3.4	Сила Лоренца, её направление и величина: $F_L = q Bv \sin \alpha$, где α - угол между векторами $\vec{v}$ и $\vec{B}$ Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле
3.4	ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ
3.4.1	Поток вектора магнитной индукции: $\Phi = B_n S = B S \cos \alpha$ 
3.4.2	Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции

3.4.3	Закон электромагнитной индукции Фарадея: $\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \big _{\Delta t \rightarrow 0} = -\Phi_t'.$
3.4.4	ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l , движущемся со скоростью $\vec{v}$ ($\vec{v} \perp l$) в однородном магнитном поле $\vec{B}$: $ \mathcal{E}_i = Blv \sin \alpha$, где α - угол между векторами $\vec{B}$ и $\vec{v}$; если $\vec{l} \perp \vec{B}$ и $\vec{v} \perp \vec{B}$, то $ \mathcal{E}_i = Blv$
3.4.5	Правило Ленца
3.4.6	Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi = LI$. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $\mathcal{E}_{Si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \big _{\Delta t \rightarrow 0} = -LI_t'.$
3.4.7	Энергия магнитного поля катушки с током: $W_L = \frac{LI^2}{2}$
3.5	ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
3.5.1	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре: $\{ q(t) = q_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0)$ $i(t) = q_t' = \omega q_{\max} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\max}(\omega t + \varphi_0)$ Формула Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, откуда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре: $q_{\max} = \frac{I_{\max}}{\omega}.$
3.5.2	Закон сохранения энергии в колебательном контуре: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2} + \frac{LI_{\max}^2}{2} = const$
3.5.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс
3.5.4	Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии
3.5.5	Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}.$
3.5.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту
3.6	ОПТИКА
3.6.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света
3.6.2	Законы отражения света.
3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале

3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$. Абсолютный показатель преломления: $n_{\text{абс}} = \frac{c}{v}$ Относительный показатель преломления: $n_{\text{отн}} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ Ход лучей в призме. Соотношение частот и длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред: $v_1 = v_2, n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$
3.6.5	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения • 
3.6.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$
3.6.7	Формула тонкой линзы: $\frac{1}{d} = \frac{1}{f} + \frac{1}{F}$ Увеличение, даваемое линзой: $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{F}$ 
3.6.8	Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах
3.6.9	Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система
3.6.10	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников максимумы: $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ минимумы: $\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$
3.6.11	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d : $d \sin \varphi_m = m \lambda, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$
3.6.12	Дисперсия света
4	ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
4.1	Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна

4.2	Энергия свободной частицы: $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ Импульс частицы: $p = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$
4.3	Связь массы и энергии свободной частицы: $E^2 - (pc)^2 = (mc^2)^2$ Энергия покоя свободной частицы: $E_0 = mc^2$
5	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА
5.1	КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ
5.1.1	Гипотеза М Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$
5.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
5.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
5.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$ где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зап}}$
5.1.5	Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах
5.1.6	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность
5.2	ФИЗИКА АТОМА
5.2.1	Планетарная модель атома
5.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: $h\nu_{\text{min}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{min}}} = E_n - E_m $
5.2.3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13,6\text{эВ}}{n^2}, n = 1, 2, 3 \dots$
5.2.4	Лазер
5.3	ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА
5.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга-Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
5.3.2	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы
5.3.3	Дефект массы ядра X_Z^A : $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{\text{ядра}}$

5.3.4	Радиоактивность. Альфа-распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4\text{He}$ Бета-распад. Электронный β - распад ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}_e$ Позитронный β - распад: ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_{-1}^0\bar{e} + \nu_e$ Гамма-излучение
5.3.5	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
5.3.6	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер

Раздел 2. Перечень требований к уровню подготовки, проверяемому на едином государственном экзамене по физике

Код требования	Требования к уровню подготовки выпускников, освоение которых проверяется на ЕГЭ
1	Знать/Понимать:
1.1	смысл физических понятий
1.2	смысл физических величин
1.3	смысл физических законов, принципов, постулатов
2	Уметь:
2.1	описывать и объяснять:
2.1.1	физические явления, физические явления и свойства тел
2.1.2	результаты экспериментов
2.2	описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное влияние на развитие физики
2.3	приводить примеры практического применения физических знаний, законов физики
2.4	определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа
2.5	2.5.1 отличать гипотезы от научных теорий; делать выводы на основе экспериментальных данных; приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще не известные явления;
	2.5.2 приводить примеры опытов, иллюстрирующих, что: наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать еще не известные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определенные границы применимости

	2.5.3	измерять физические величины, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей
2.6		применять полученные знания для решения физических задач
3	<i>Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:</i>	
	3.1	обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи; оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; рационального природопользования и охраны окружающей среды;
	3.2	определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде

**Спецификация
контрольных измерительных материалов
для проведения итоговой работы
по ФИЗИКЕ
(10 класс, общий уровень)**

1. Назначение КИМ – оценить уровень общеобразовательной подготовки по физике учащихся 10 класса. КИМ предназначены для итогового контроля достижения планируемых предметных и метапредметных результатов.

2. Документы, определяющие содержание КИМ

Содержание итоговой работы определяет Федеральный компонент государственного стандарта среднего (полного) общего образования, профильный и базовый уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

Содержание работы соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки РФ 17.05.2012 № 413).

3. Подходы к отбору содержания, разработке структуры КИМ

Каждый вариант итоговой работы (общий уровень) включает в себя контролируемые элементы содержания из двух разделов школьного курса физики «Механика» и «Молекулярная физика. Термодинамика», целиком изученных в 10 классе, при этом для каждого раздела предлагаются задания двух таксономических уровней: базового и повышенного.

Количество заданий по тому или иному разделу определяется его содержательным наполнением и пропорционально учебному времени, отводимому на его изучение в соответствии с примерной программой по физике.

Варианты итоговой работы (общий уровень) строятся по принципу содержательного дополнения и обеспечивают контроль освоения всех включенных в кодификатор содержательных элементов указанных разделов курса физики 10 класса.

При конструировании КИМ учитывается необходимость проверки предусмотренных стандартом видов деятельности: усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение

методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений и решении задач. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется в тесте опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или дистракторах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки).

В итоговую работу (общий уровень) включены качественные задания и расчетные задачи, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы преимущественно в типовых учебных ситуациях. Они позволяют оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике средней школы и овладение наиболее важными видами деятельности.

4. Характеристика структуры КИМ

Итоговая работа содержит задания с выбором ответа и с кратким ответом.

К каждому из заданий с выбором ответа (1-8, 11-15) предлагается 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Задание считается выполненным верно, если ученик выбрал (отметил) номер правильного ответа. Задание считается невыполненным в следующих случаях: а) указан номер неправильного ответа; б) указаны номера двух или более ответов, даже если среди них указан и номер правильного ответа; в) номер ответа не указан.

В заданиях с кратким ответом (9, 10, 16) ответ дается цифрами, записанными без пробелов.

Распределение заданий итоговой работы с учетом максимального первичного балла за выполнение каждого типа заданий дается в таблице 1.

Таблица 1. Распределение заданий по типам

№	Тип заданий	Число заданий	Максимальный первичный балл	Процент от максимального первичного балла для заданий каждого типа
1	С выбором ответа	13	13	72%
2	С кратким ответом	3	5	28%
	Итого:	16	18	100%

5. Распределение заданий итоговой работы по содержанию, проверяемым умениям и видам деятельности

При разработке содержания КИМ учитывается необходимость проверки усвоения элементов знаний, представленных в разделе 1 кодификатора. В итоговой контрольной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

1. Механика (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике).

2. Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).

Общее количество заданий в итоговой работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Итоговая работа разрабатывается исходя из необходимости проверки умений и способов действий, отраженных в разделе 2 кодификатора. В таблице 2 приведено распределение заданий по видам умений и способам действий в зависимости от формы заданий.

Таблица 2. Распределение заданий по видам умений и способам действий в зависимости от формы заданий

Основные умения и способы действий	Количество заданий		
	Вся работа	Задания с выбором ответа	Задания с кратким ответом
Требования 1.1–1.3 Знать/понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов	16	13	3
Требования 2.1–2.4 Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов... приводить примеры практического использования физических знаний	16	13	3
Требование 2.6 Уметь применять полученные знания при решении физических задач	16	13	3

Требования 3.1, 3.2 Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	16	13	3
--	----	----	---

6. Распределение заданий КИМ по уровню сложности

Таблица 3. Распределение заданий итоговой работы по уровню сложности

Уровень сложности заданий	Число заданий	Максимальный первичный балл	Процент от максимального первичного балла за всю работу, равного 18
Базовый	10	10	56%
Повышенный	6	8	44%
Итого:	16	18	100%

7. Продолжительность итоговой работы

На выполнение итоговой работы отводится 90 минут.

8. Система оценивания выполнения отдельных заданий и итоговой работы в целом

Правильно выполненная работа оценивается 18 баллами.

Каждое правильно выполненное задание с выбором ответа (1-8, 11-15) оценивается 1 баллом.

Задание 9 с кратким ответом оценивается 1 баллом, если правильно заполнены все три столбца таблицы. Если хотя бы в одном столбце допущена ошибка, задание считается невыполненным.

Задания 10 и 16 с кратким ответом оцениваются 2 баллами каждое, если правильно определены все элементы ответа. Если правильно определены любые два из элементов ответа, то за выполнение задания ставится 1 балл.

Таблица 4. Таблица перевода баллов в отметки по пятибалльной шкале

Отметка по пятибалльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Первичные баллы	0-6	7-10	11-14	15-18

**Обобщенный план варианта
контрольных измерительных материалов
для проведения итоговой работы
по ФИЗИКЕ
(10 класс, общий уровень)**

№	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания (см. кодификатор ЕГЭ)	Коды проверяемых умений (см. кодификатор ЕГЭ)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)
1	Механическое движение и его виды. Относительность механического движения. Скорость. Ускорение. Равномерное движение. Прямолинейное равноускоренное движение	1.1.1-1.1.6	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
2	Механическое движение и его виды. Относительность механического движения. Скорость. Ускорение. Равномерное движение. Прямолинейное равноускоренное движение	1.1.1-1.1.6	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4
3	Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона	1.2.1 – 1.2.7	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3

4	Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона	1.2.1 – 1.2.7	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4
5	Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Сила трения	1.2.1 – 1.2.7; 1.1.12;	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	1	5 – 8
6	Момент силы. Условия равновесия твердого тела	1.3.1, 1.3.2	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
7	Импульс тела. Импульс системы тел. Закон сохранения импульса	1.4.1 – 1.4.3	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	1	5 – 8
8	Импульс тела. Импульс системы тел. Закон сохранения импульса. Работа силы. Мощность. Работа как мера изменения энергии. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии	1.4.1 – 1.4.9	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4
9	Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Тепловое движение атомов и молекул вещества. Броуновское движение. Диффузия. Экспериментальные доказательства атомистической теории. Взаимодействие частиц вещества	2.1.1 – 2.1.5	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4

10	Модель идеального газа. Связь между давлением и средней кинетической энергией тепловых движений молекул идеального газа. Абсолютная температура. Связь температуры газа со средней кинетической энергией его частиц. Уравнение $p = nkT$	2.1.6 – 2.1.10	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	2	6 – 10
11	Уравнение Менделеева – Клапейрона. Изопроцессы: изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный процесс.	2.1.11 – 2.1.12	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4
12	Уравнение Менделеева – Клапейрона. Изопроцессы: изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный процесс.	2.1.11 – 2.1.12	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха.	2.1.13 – 2.1.14	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	1	3 – 4
14	Внутренняя энергия. Тепловое равновесие. Теплопередача. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Работа в термодинамике. Уравнение теплового баланса. Первый закон термодинамики	2.2.1 – 2.2.7	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	1	5 – 8
15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости. Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация. Изменение энергии в фазовых переходах	2.1.15 – 2.1.17	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	3 – 4
16	Молекулярная физика. Термодинамика	2.1 – 2.2	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	П	2	6 – 10

Всего заданий – **16**, из них по типу заданий: А- **13**; В – **3**;

по уровню сложности: Б – **10**, П - **6**.

Максимальный первичный балл за работу – **18**.

Общее время выполнения работы – **90 мин.**

**Демонстрационный вариант
итоговой работы
по ФИЗИКЕ
10 класс (общий уровень)**

Инструкция по выполнению работы

На выполнение работы по физике даётся 90 минут. Работа включает в себя 16 заданий.

К каждому заданию с выбором ответа (1–8, 11–15) даны 4 варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении такого задания обведите номер выбранного ответа в работе кружком. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните обведённый номер крестиком, а затем обведите номер правильного ответа.

Ответы к заданиям с кратким ответом (9, 10, 16) запишите в работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий.

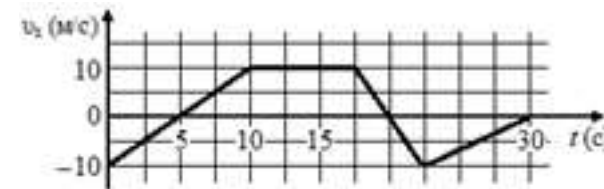
Желаем успеха!

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}

Прочитайте текст и рассмотрите график. Выполните задания 1–8.

Тело массой 500 г движется по однородной горизонтальной поверхности поступательно. На графике представлена зависимость проекции его скорости на линию движения от времени.



1. В какие моменты времени происходило изменение направления движения тела?

- 1) 10 с и 17,5 с
- 2) 5 с и 20 с
- 3) 17,5 с и 22,5 с
- 4) 22,5 с и 30 с

2. В промежутке времени от 5 с до 10 с тело двигалось с ускорением $\vec{a}_1$, а в промежутке времени от 17,5 с до 20 с – с ускорением $\vec{a}_2$. Какое утверждение верно?

- 1) $a_1 > a_2$, имеют одинаковое направление
- 2) $a_1 > a_2$, имеют разные направления
- 3) $a_1 < a_2$, имеют одинаковое направление
- 4) $a_1 < a_2$, имеют разные направления

3. Верны ли следующие утверждения о равнодействующей сил, действующих на тело на разных этапах движения?

А. На этапах (0–10 с) и (22,5–30 с) равнодействующая сила имела одинаковое направление.

Б. На этапе (10–17,5 с) модуль равнодействующей силы равен нулю.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

4. Чему равна равнодействующая сил $\vec{F}$, действующих на тело в промежутке времени (0–5 с)?

- 1) $F = 0,25 \text{ Н}$ и $\vec{F} \uparrow \vec{v}$ □
- 2) $F = 1 \text{ Н}$ и $\vec{F} \uparrow \vec{v}$
- 3) $F = 0,25 \text{ Н}$ и $\vec{F} \downarrow \vec{v}$
- 4) $F = 1 \text{ Н}$ и $\vec{F} \downarrow \vec{v}$

5. Известно, что в промежутке времени от 17,5 с до 20 с на тело в горизонтальном направлении действовала только сила трения. Опираясь на эту информацию, определите силу трения, действующую на тело, в промежутке времени от 10 с до 17,5 с.

- 1) 0,125 Н
- 2) 2 Н
- 3) 125 Н
- 4) 20000 Н

6. Верны ли следующие утверждения о линии действия равнодействующей силы?

А. На всех этапах движения этого тела линия действия равнодействующей силы обязательно направлена горизонтально.

Б. На всех этапах движения этого тела линия действия равнодействующей силы обязательно проходит через центр масс тела.

- 1) верно только утверждение А
- 2) верно только утверждение Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

7. Изменение импульса тела за все время движения равно

- 1) 0
- 2) -5 (кг·м)/с
- 3) 5 (кг·м)/с
- 4) -10 (кг·м)/с

8. Сравните начальную кинетическую энергию тела W_0 с кинетической энергией W_2 в момент времени 15 с.

- 1) $W_0 > W_2$
- 2) $W_0 < W_2$
- 3) $W_0 = W_2$
- 4) $W_0 = -W_2$

9. Какие три положения лежат в основе молекулярно-кинетической теории строения вещества? Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) Вещество может находиться в трёх различных агрегатных состояниях.
- 2) Любое вещество состоит из частиц.
- 3) Частицы вещества сталкиваются друг с другом.
- 4) Частицы вещества взаимодействуют друг с другом.
- 5) Частицы вещества участвуют в броуновском движении.
- 6) Частицы вещества совершают тепловое движение.

Ответ:

--	--	--

10. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) давление газа

1) $\frac{N}{V}$

Б) концентрация частиц газа

2) $\frac{m}{V}$

В) средняя кинетическая энергия частиц газа

3) $\frac{3}{2}kT$

4) $\frac{1}{3}nm_0\overline{v^2}$

5) $\frac{m}{M}N_A$

6) $\frac{m}{\rho}$

Ответ:

А	Б	В

11. Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния идеального газа, приведены в таблице.

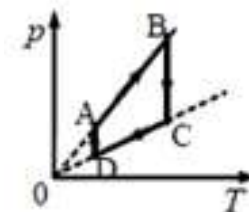
	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние А	1,0	4	300
состояние В	1,5	8	

Выберите число, которое следует внести в пустую клетку таблицы.

- 1) 300
- 2) 450
- 3) 600
- 4) 900

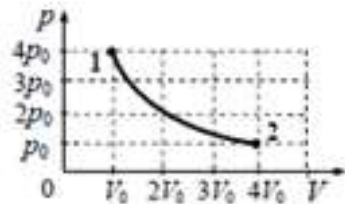
12. На рисунке приведён график циклического процесса, осуществляемого с идеальным газом. Масса газа постоянна. Изотермическому сжатию соответствует участок

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



13. В сосуде с подвижным поршнем находится вода и её насыщенный пар. Объем пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) увеличилась в 4 раза



14. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объёма. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Количество теплоты, полученное газом при этом переходе, равно

- 1) 1 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 5 кДж
- 4) 7 кДж

15. Температура воздуха на улице равна -10°C . Кусок льда внесли с улицы в подвал, температура воздуха в котором поддерживается равной 0°C .

Какие изменения произойдут со льдом через большой промежуток времени?

- 1) температура льда станет равной нулю, лед размягчится.
- 2) температура льда станет равной нулю, лед частично расплавится.
- 3) температура льда станет равной нулю, лед полностью расплавится.
- 4) температура льда станет равной нулю, лед плавиться не будет.

16. В герметично закрытом сосуде находится гелий при температуре T_1 . Затем температуру газа увеличивают до температуры T_2 . Как при этом изменятся плотность, давление и внутренняя энергия газа?

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.

Плотность газа	Давление газа	Внутренняя энергия газа

Система оценивания итоговой работы по физике

№ задания	Ответ
1	2
2	4
3	3
4	4
5	2
6	2
7	3
8	3
9	246
10	413
11	4
12	4
13	1
14	3
15	4
16	311

**Спецификация
контрольных измерительных материалов
для проведения итоговой работы
по ФИЗИКЕ
(11 класс, общий уровень)**

1. Назначение КИМ – оценить уровень общеобразовательной подготовки по физике учащихся 11 класса. КИМ предназначены для итогового контроля достижения планируемых предметных и метапредметных результатов.

2. Документы, определяющие содержание КИМ

Содержание итоговой работы определяет Федеральный компонент государственного стандарта среднего (полного) общего образования, профильный и базовый уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

Содержание работы соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки РФ 17.05.2012 № 413).

3. Подходы к отбору содержания, разработке структуры КИМ

Каждый вариант итоговой работы (общий уровень) включает в себя контролируемые элементы содержания из трех разделов школьного курса физики «Электродинамика», «Основы специальной теории относительности» и «Квантовая физика», целиком изученных в 11 классе, при этом для каждого раздела предлагаются задания двух таксономических уровней: базового и повышенного.

Количество заданий по тому или иному разделу определяется его содержательным наполнением и пропорционально учебному времени, отводимому на его изучение в соответствии с примерной программой по физике.

Варианты итоговой работы (общий уровень) строятся по принципу содержательного дополнения и обеспечивают контроль освоения всех включенных в кодификатор содержательных элементов указанных разделов курса физики 11 класса.

При конструировании КИМ учитывается необходимость проверки предусмотренных стандартом видов деятельности:

усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений и решении задач. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется в тесте опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или distractорах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки).

В итоговую работу (общий уровень) включены качественные задания и расчетные задачи, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы преимущественно в типовых учебных ситуациях. Они позволяют оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике средней школы и овладение наиболее важными видами деятельности.

4. Характеристика структуры КИМ

Итоговая работа содержит задания с выбором ответа, с кратким ответом и с развернутым ответом.

К каждому из заданий с выбором ответа (1-10) предлагается 4 варианта ответа, из которых только один правильный. Задание считается выполненным верно, если ученик выбрал (отметил) номер правильного ответа. Задание считается невыполненным в следующих случаях: а) указан номер неправильного ответа; б) указаны номера двух или более ответов, даже если среди них указан и номер правильного ответа; в) номер ответа не указан.

В задании 11 на дополнение (заполнение нескольких пропусков) необходимо выбрать 6 слов из 8 предложенных слов и вписать их номера в списке в соответствующие столбцы таблицы. Задание считается выполненным верно, если таблица заполнена полностью правильно.

В задании 12 необходимо установить соответствие между двумя множествами. Задание считается выполненным верно, если таблица с результатами заполнена полностью правильно.

Развернутый ответ на задание 13 записывается испытуемым самостоятельно. Проверка их выполнения проводится на основе специально разработанной системы критериев.

Распределение заданий итоговой работы с учетом максимального первичного балла за выполнение каждой части работы дается в таблице 1.

Таблица 1. Распределение заданий по типам

№	Тип заданий	Число заданий	Максимальный первичный балл	Процент от максимального первичного балла для заданий каждого типа
1	С выбором ответа	10	10	52%
2	С кратким ответом	2	6	32%
3	С полным ответом	1	3	16%
	Итого:	13	19	100%

5. Распределение заданий итоговой работы по содержанию, проверяемым умениям и видам деятельности

При разработке содержания КИМ учитывается необходимость проверки усвоения элементов знаний, представленных в разделе 1 кодификатора. В итоговой контрольной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

1. Электродинамика (магнитное поле, сила Ампера, сила Лоренца, электромагнитная индукция, самоиндукция, электромагнитные колебания и волны, оптика).

2. СТО.

3. Квантовая физика (строения атома, радиоактивность, фотоэффект)

Общее количество заданий в итоговой работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Итоговая работа разрабатывается исходя из необходимости проверки умений и способов действий, отраженных в разделе 2 кодификатора. В таблице 2 приведено распределение заданий по видам умений и способам действий в зависимости от формы заданий.

Таблица 2. Распределение заданий по видам умений и способам действий в зависимости от формы заданий

Основные умения и способы действий	Количество заданий			
	Вся работа	Задания с выбором ответа	Задания с кратким ответом	Задания с развернутым ответом
Требования 1.1–1.3 Знать/понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов	13	10	2	1
Требования 2.1–2.4 Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов... приводить примеры практического использования физических знаний	13	10	2	1
Требование 2.6 Уметь применять полученные знания при решении физических задач	13	10	2	1
Требования 3.1, 3.2 Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	13	10	2	1

6. Распределение заданий КИМ по уровню сложности

Таблица 3. Распределение заданий итоговой работы по уровню сложности

Уровень сложности заданий	Число заданий	Максимальный первичный балл	Процент от максимального первичного балла за всю работу, равного 17
Базовый	11	13	68%
Повышенный	1	3	16%
Высокий	1	3	16%
Итого:	13	19	100%

7. Продолжительность итоговой работы

На выполнение итоговой работы отводится 45 минут.

8. Система оценивания выполнения отдельных заданий и итоговой работы в целом

Правильно выполненная работа оценивается 19 баллами.

Каждое правильно выполненное задание с выбором ответа

(1-10) оценивается 1 баллом.

Выполнение каждого из заданий 11-12 оценивается 3 баллами, если задание выполнено полностью правильно; задание 11 – 1 балл за каждые 2 правило выбранных слова; задание 12 – 1 балл за каждую правильно составленную пару.

Задание с развернутым ответом (13) оцениваются в зависимости от правильности ответа. За полное и правильное выполнение задания выставляется 3 балла.

Таблица 4. Таблица перевода баллов в отметки по пятибалльной шкале

Отметка по пятибалльной шкале	«2»	«3»	«4»	«5»
Первичные баллы	0-8	9-13	14-17	18,19
% выполнения	Менее 45%	45-69	70-94	95-100

**Обобщенный план варианта
контрольных измерительных материалов
для проведения итоговой работы
по ФИЗИКЕ
(11 класс, общий уровень)**

№	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания (см. кодификатор ЕГЭ)	Коды проверяемых умений (см. кодификатор ЕГЭ)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)
1	Магнитное поле. Направление линий магнитного поля	3.3.1-3.3.2	1.1 – 1.3; 2.1; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
2	Действие магнитного поля на проводник с током	3.3.3	1.1 – 1.3; 2.1; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
3	Действие магнитного поля на движущиеся заряды	3.3.4	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6;	Б	1	2 – 3
4	Электромагнитная индукция	3.4.1-3.4.2	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
5	Самоиндукция. ЭДС	3.4.6	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 - 3
6	Свободные магнитные колебания. Колебательный контур	3.5.1	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
7	Волновые свойства света. Волновая оптика. Интерференция, дифракция, поляризация	3.6.10, 3.6.11	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	1	2 – 3
8	Оптика. Преломление света	3.6.1 - . 3.6.4	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6	Б	1	2 – 3
9	Элементы теории СТО	4.1 – 4.3	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6;	Б	1	2 – 3
10	Геометрическая оптика. Линзы	3.6.6 -3.6.8	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6	Б	1	2 – 3

11	Оптика	3.6	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	Б	3	3 – 4
12	Атомы. Строение атома. Радиоактивность	5.2.1; 5.3.4	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6;	П	3	3 – 4
13	Квантовая физика. Фотоэффект	5.1.2; 5.1.4;	1.1 – 1.3; 2.1; 2.4; 2.6; 3	В	3	6 – 8

Всего заданий – **13**, из них по типу заданий: А – **10**; В – **2**; С – **1**;
по уровню сложности: Б – **11**, П – **1**, В – **1**.
Максимальный первичный балл за работу – **19**.
Общее время выполнения работы – **45 мин.**

**Демонстрационный вариант
итоговой работы
по ФИЗИКЕ
11 класс (общий уровень)**

Инструкция по выполнению работы

На выполнение работы по физике даётся 45 минут. Работа включает в себя 13 заданий.

К каждому заданию с выбором ответа (1–10) даны 4 варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении такого задания обведите номер выбранного ответа в работе кружком. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните обведённый номер крестиком, а затем обведите номер правильного ответа.

Ответы к заданиям с кратким ответом (11, 12) запишите в работе в отведённом для этого месте. В задании 11 на дополнение (заполнение нескольких пропусков) необходимо выбрать 6 слов из 8 предложенных слов и вписать их номера в списке в соответствующие столбцы таблицы.

В задании 12 необходимо установить соответствие между двумя множествами.

Ответы к заданию 13 запишите на отдельном листе. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий.

Желаем успеха!

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

Соотношение между различными единицами

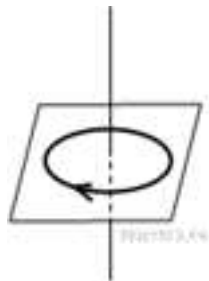
температура	$0 \text{ К} = -273^\circ \text{C}$	
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	1
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$	
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Часть А

1. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля направлен



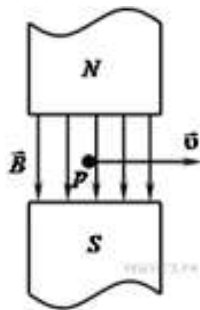
- 1) вертикально вниз
- 2) вертикально вверх
- 3) влево
- 4) вправо

2. Прямой проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле так, что направление вектора магнитной индукции B перпендикулярно проводнику. Если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза, то действующая на проводник сила Ампера

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) не изменится
- 4) уменьшится в 2 раза

3. Протон p влетает по горизонтали со скоростью $\vec{v}$ в вертикальное магнитное поле индукцией $\vec{B}$ между полюсами электромагнита (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

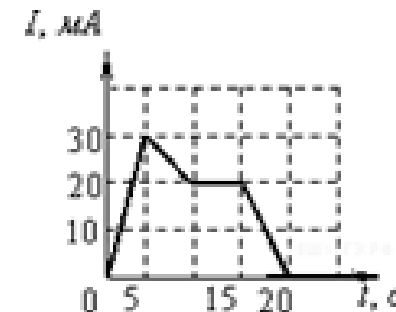
- 1) вертикально вниз
- 2) вертикально вверх
- 3) горизонтально к нам
- 4) горизонтально от нас



4. Для наблюдения явления электромагнитной индукции собирается электрическая схема, включающая в себя подвижную проволочную катушку, подсоединенную к амперметру и неподвижный магнит. Индукционный ток в катушке возникнет

- 1) только если катушка неподвижна относительно магнита
- 2) только если катушка надевается на магнит
- 3) только если катушка снимается с магнита
- 4) если катушка надевается на магнит или снимается с магнита

5. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн.



Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с..

- 1) 2 мкВ
- 2) 3 мкВ
- 3) 5 мкВ
- 4) 0

6. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивностью L . Как изменится период свободных электромагнитных колебаний в этом контуре, если и электроемкость конденсатора, и индуктивность катушки увеличить в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

7. Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
- 2) поляризацией
- 3) дисперсией
- 4) преломление

8. Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из вакуума в воду? Выберите верное утверждение

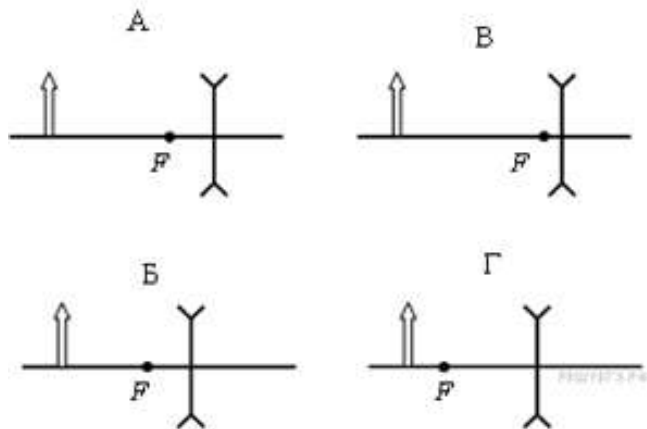
- 1) длина волны уменьшается, частота увеличивается
- 2) длина волны увеличивается, частота уменьшается
- 3) длина волны уменьшается, частота не изменяется
- 4) длина волны увеличивается, частота не изменяется

9. Скорость света в вакууме в инерциальной системе отсчета:

- 1) Зависит только от скорости источника света.
- 2) Не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света.
- 3) Зависит только от скорости приёмника света.
- 4) Зависит и от скорости приёмника света, и от скорости источника света.

10. Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) Б и В
- 4) В и Г



Часть В

11. Прочитайте текст. Используя приводимые ниже слова (список слов избыточен), напишите номера слов в том порядке, в котором они должны идти в тексте (возможно изменение окончаний)

Сколько у радуги цветов? Обычно называют семь:....., оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, ...
 Но число 7 условно- между соседними цветами нет четких границ. Аристотель, например, называл вначале 3, а Ньютон-5.
 Радуга возникает в результате..... световых лучей в каплях дождя. Цвета радуги первым объяснил ...
 Наиболее удивительной и чудесной смесью является цвет. Больше всего преломляются лучи, соответствующие цвету.

Слова для справок:

- 1. Ломоносов
- 2. Ньютон
- 3.красный
- 4. белый
- 5.фиолетовый
- 6.отражение
- 7.преломление
- 8.рассеяние

--	--	--	--	--	--

12. Что представляют собой следующие виды излучения?

ПРОЦЕСС	ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ
А) Альфа-излучение	1) Поток электронов
Б) Бета-излучение	2) Электромагнитные волны
В) Гамма-излучение	3) Ядра атома гелия
	4)Поток протонов
	5)Поток нейтронов

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите ответ в виде трехзначного числа.

А	Б	В

Часть С

13. Решите задачу.

Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 0,62$ мкм. Какую максимальную кинетическую энергию могут иметь фотоэлектроны, вылетающие с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом длиной волны $\lambda = 0,42$ мкм? Ответ дайте в эВ, округлите до целых.

Система оценивания итоговой работы по физике

№ вопроса	ответ
1	1
2	1
3	4
4	4
5	4
6	4
7	1
8	4
9	2
10	2
11	3, 5, 7, 2, 4, 5
12	312
13	$1,52 \cdot 10^{-19}$ Дж (1 эВ)

Критерии оценивания задания с развёрнутым ответом

13. Решите задачу.

Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 0,62$ мкм. Какую максимальную кинетическую энергию могут иметь фотоэлектроны, вылетающие с поверхности калиевого фотокатода при облучении его светом длиной волны $\lambda = 0,42$ мкм? Ответ дайте в эВ

Возможный вариант решения	
Дано: $\lambda_0 = 0,62$ мкм $= 6,2 \cdot 10^{-7}$ м $\lambda = 0,42$ мкм $= 0,42 \cdot 10^{-7}$ м $E_k = ?$	1. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$ 2. Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $A_{\text{выхода}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ 3. Энергия фотона вычислим по формуле: $E_{\text{фотона}} = \frac{hc}{\lambda}$ 4. Отсюда получаем: $E_{\text{кин max}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ 5. Проводя вычисления, получим $E_{\text{кин max}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot \left(\frac{1}{4,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}} - \frac{1}{6,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}} \right)$ $= 19,8 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{6,2 - 4,2}{6,2 \cdot 4,2} \right)$ $= 19,8 \cdot \frac{2}{26,04} \cdot 10^{-19}$ $= 1,52 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ $= 1,52 \cdot 10^{-19} \div 1,6 \cdot 10^{-19} \approx 1 \text{ эВ}$ $E_k = 1 \text{ эВ}$
	Ответ:

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задач и выбранным способом (в данном решении: уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода, энергия фотона); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и Представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют выше указанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>3</i>