



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

А.А. Каверина, М.Г. Снастина

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для учителей, подготовленные
на основе анализа типичных ошибок
участников ЕГЭ 2016 года**

по ХИМИИ

Москва, 2016

Контрольные измерительные материалы, которые использовались при проведении ЕГЭ по химии в 2016 году, по своей содержательной основе, структуре и типологии заданий были аналогичны КИМ 2015 года. Как и в предыдущие годы, каждый вариант КИМ 2016 года состоял из двух частей и включал в себя 40 заданий. Часть 1 экзаменационной работы содержала 35 заданий с кратким ответом, в их числе 26 заданий базового уровня и 9 заданий повышенного уровня сложности, часть 2 содержала 5 заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом.

Аналогичными являлись также и подходы к формированию содержательной основы КИМ. Приоритетное значение при этом имела последовательная ориентация содержания КИМ на проверку усвоения целостной системы знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания учебного предмета «Химия». Данная система знаний складывается из систем ведущих понятий химии, главным образом из системы понятий о химическом элементе и веществе и системе понятий о химической реакции. Именно эти предметные знания в образовательном стандарте 2004 года представлены в виде требований к подготовке выпускников. С данными требованиями соотносится уровень предъявления в КИМ проверяемых элементов содержания.

Вместе с тем КИМ 2016 года, в сравнении с 2015 годом, претерпели определённые структурные и содержательные изменения. Основанием для этого, с одной стороны, послужила продиктованная практикой проведения ЕГЭ необходимость повышения дифференцирующей способности заданий КИМ, с другой – необходимость последовательного диагностирования возможностей экзаменационной модели применительно к оценке результатов освоения основной общеобразовательной программы по химии, предусмотренных требованиями ФГОС общего среднего образования.

Изменения в КИМ ЕГЭ 2016 года имеют различный характер. Так, в одном случае они связаны с корректировкой подходов к построению отдельных заданий, которые по результатам ЕГЭ 2015 года имели невысокую дифференцирующую способность. Целью корректировки таких заданий являлось усиление деятельностной основы и практико-ориентированной направленности их содержания. В результате в части 1 работы 2016 года изменён формат шести заданий базового уровня сложности с кратким ответом (с выбором одного ответа из четырёх предложенных вариантов ответа).

В КИМ 2016 года задания с изменённым форматом присутствуют под номерами:

- 6, его выполнение предусматривает применение обобщённых знаний о классификации и номенклатуре неорганических веществ (результатом выполнения задания является установление трёх правильных ответов из шести предложенных вариантов);
- 11 и 18, их выполнение предусматривает применение обобщённых знаний о генетической связи неорганических и органических веществ (результатом выполнения заданий является установление двух правильных ответов из пяти предложенных вариантов);
- 24–26, ответом к этим заданиям является число с заданной степенью точности (вместо номера правильного ответа в работе 2015 года).

Другой характер изменений в КИМ 2016 года связан с корректировкой в отношении распределения заданий по уровням сложности и видам проверяемых умений и способов действий, что, по сути, должно было обеспечить повышение объективности оценивания выполнения конкретных заданий экзаменуемыми. Результатом такой корректировки явились следующие изменения.

- Обоснована целесообразность проверки усвоения элемента содержания «Химическое равновесие; способы смещения равновесия под действием различных факторов» только заданиями повышенного уровня сложности. В то же время усвоение знаний характерных химических свойств азотсодержащих органических соединений и биологически важных веществ проверяется заданиями только на базового уровня.

- В части 1 работы изменён формат двух заданий (34 и 35) повышенного уровня сложности, которые проверяют усвоение знаний характерных химических свойств углеводов и кислородсодержащих органических веществ. В работе 2015 года это были задания на множественный выбор и, как показала практика ЕГЭ, не в полной мере отвечали критериям, предъявляемым к заданиям повышенного уровня сложности. В работе 2016 года эти задания представлены в формате заданий более сложных и информационно более наполненных – на установление соответствия между элементами двух множеств. Благодаря этому устранено существовавшее противоречие между содержанием задания, формой представления его условия и необходимым алгоритмом его выполнения.

В основном дне основного периода ЕГЭ по химии 2016 года приняли участие 75 096 человек (примерно столько же, сколько в ЕГЭ 2014 и 2015 годах). В зависимости от успешности выполнения выпускниками экзаменационной работы выделены четыре уровня их подготовки. Этим уровням соответствовали следующие значения первичного и тестового баллов: неудовлетворительный – 0–13 (0–34); удовлетворительный – 14–38 (36–60); хороший – 39–58 (61–80); отличный – 59–64 (81–100). Распределение выпускников с различным уровнем подготовки по отдельным группам представлено на рис. 1.



Рисунок 1

Анализ результатов экзамена показал, что большинство заданий *базового уровня сложности* успешно выполнены экзаменуемыми: средний процент выполнения заданий – от 60 до 82. С меньшей успешностью (средний процент выполнения заданий – менее 60) выполнены задания, ориентированные на проверку усвоения следующих элементов содержания:

- характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; биологически важные вещества – белки (54,5%) – задание 17;
- правила работы в лаборатории; лабораторная посуда и оборудование; правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии; научные методы исследования химических веществ и превращений; методы разделения смесей и очистки веществ (57,7%) – задание 22;
- общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола); химическое загрязнение окружающей среды и его последствия; природные источники углеводов, их переработка; высокомолекулярные соединения; реакции полимеризации и поликонденсации; полимеры, пластмассы, волокна, каучуки (50%) – задание 23;
- расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (56,7%) – задание 24;

Как уже отмечалось выше, задания базового уровня сложности 11 и 18, ориентированные на проверку таких элементов содержания, как взаимосвязь неорганических и органических веществ, были представлены в экзаменационной работе 2016 года в другом формате. Это изменение формата задания в большей мере отразилось на результатах выполнения заданий выпускниками со слабым уровнем подготовки и, как следствие, понизило значение среднего процента выполнения задания (54,8% и 56% соответственно).

Более половины заданий *повышенного уровня сложности* на установление соответствия между двумя множествами были успешно выполнены экзаменуемыми (от 62% до 69%). Это те задания, формат предъявления которых оставался неизменным последние несколько лет (27–30). И вновь задания, которые были впервые включены в работу 2016 года в новом формате, экзаменуемые выполнили менее успешно:

- задание 31: смещение химического равновесия под действием различных факторов (54,9%);
- задание 34: химические свойства углеводородов; механизмы реакций замещения и присоединения (правило В.В. Марковникова) (45,6%);
- задание 35: химические свойства кислородсодержащих органических веществ (39,1%).

Особые затруднения у экзаменуемых вызвали задания, выполнение которых требовало системного анализа условия задания и применения во взаимосвязи знаний об общих и специфических свойствах как неорганических, так и органических веществ. Эти задания присутствовали в работе под номерами 32 и 33. Средний процент их выполнения соответственно – 43,5 и 37,2.

Задания *высокого уровня сложности* с развёрнутым ответом экзаменуемые выполнили с разным уровнем успешности. Как и в прошлые годы, задание 36, выполнение которого требовало применения умений составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций на основе электронного баланса, было выполнено наиболее успешно, причём всеми группами экзаменуемых: средний процент выполнения заданий – 61,5. Даже некоторые выпускники с низким уровнем подготовки смогли получить 1–2 балла за выполнение этого задания. Остальные задания высокого уровня сложности оказались по силам лишь наиболее подготовленным участникам экзамена. Средний процент выполнения этих заданий (37–40) лежит в интервале от 12 до 36%. Отметим, что задание 39, ориентированное на проверку умения проводить вычисления по уравнениям реакций, уверенно смогли выполнить только экзаменуемые с отличным уровнем подготовки (78,5% данной группы). Даже для выпускников с хорошим уровнем подготовки это задание оказалось трудным – 19,6%.

Проанализируем более подробно результаты выполнения заданий экзаменационной работы по отдельным содержательным блокам и элементам содержания.

Блок «Теоретические основы химии». Элементы содержания данного блока занимают значительный объём в системе знаний, определяющих уровень общеобразовательной подготовки выпускников по химии. Поэтому доля заданий, ориентированных на проверку усвоения этого учебного материала, в экзаменационной работе 2016 года, как и в предыдущие годы, была наибольшей. В основном это были задания с кратким ответом базового уровня сложности. Общее представление об успешности усвоения всех элементов содержания этого блока дают сведения, приведённые в табл. 1.

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение
содержания блока «Теоретические основы химии»

№ п/п	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов	1	74	–	–
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IA–IIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элементов (меди, цинка, хрома, железа) по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов	2	74,2	—	—
3	Ковалентная химическая связь, её разновидности (полярная и неполярная), механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (длина и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	3	67,6	–	–
4	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	4	81,8	–	–
5	Вещества молекулярного и немоллекулярного строения. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решётки	5	75,7	–	–

6	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	19	68,6	–	–
7	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	20	71,6	–	–
8	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов	31	–	54,9	–
9	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	21	74	–	–
10	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	30	–	69,79	–
11	Реакции окислительно-восстановительные	28 36	–	69,3	61,5
12	Электролиз расплавов и растворов солей	29	–	62,6	–

Результаты выполнения заданий этого блока позволяют говорить о сформированности у экзаменуемых следующих умений: *характеризовать* строение атомов химических элементов; *объяснять* закономерности в изменении свойств элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; *определять* виды химической связи, строение кристаллических решёток веществ; *классифицировать* химические реакции в неорганической и органической химии; *объяснять* закономерности их протекания.

Особо обратим внимание на результаты выполнения задания 31. В экзаменационной работе 2016 года оно было представлено как задание повышенного уровня сложности и в новом формате: на установление соответствия между позициями двух множеств.

Пример 1

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) увеличение концентрации хлора
- Б) добавление катализатора
- В) понижение температуры
- Г) увеличение давления

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) в сторону прямой реакции
- 2) в сторону обратной реакции
- 3) практически не смещается

Ответ:

А	Б	В	Г

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
60,8	19,3	96,4	77,1

Анализ результатов выполнения задания говорит об очевидности того, что выпускники со слабым уровнем подготовки при выполнении задания в новом формате испытывали большие затруднения, так как это задание требовало проведения системного анализа его условия, составления характеристики как прямой, так и обратной реакций, а также применения во взаимосвязи знаний о характере воздействия внешних условий на каждую из реакций. Только 49% участников ЕГЭ смогли выстроить правильный ход рассуждений и учесть влияние каждого из факторов на смещение химического равновесия, чтобы в результате получить максимальные 2 балла за выполнение задания.

Аналогичная ситуация прослеживается и в случае с некоторым изменением привычной формулировки условия задания, которое проверяет усвоение знаний об электролизе растворов и расплавов солей. На протяжении нескольких предыдущих лет в условии задания шла речь о процессе, который протекает на одном из электродов – катоде или аноде. И с такими заданиями выпускники справлялись достаточно хорошо (средний процент выполнения в 2015 году – 80,5%). В экзаменационной работе 2016 года было несколько изменены условия этих заданий (см. пример 2).

Пример 2

Установите соответствие между названием вещества и электролитическим способом его получения.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ
А) кислород	1) водного раствора AgF
Б) сера	2) водного раствора K ₂ S
В) водород	3) водного раствора HgBr ₂
Г) калий	4) расплава KF
	5) водного раствора CuCl ₂

Ответ:

А	Б	В	Г

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
67,2	22,9	98,5	75,6

Как видно по результатам, средний процент выполнения задания значительно понижился, причём это понижение обусловили результаты участников со слабой подготовкой.

Блок «Неорганическая химия». Усвоение элементов содержания данного блока проверялось заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. При этом доля заданий базового уровня сложности с кратким ответом была наибольшей. Выполнение заданий предусматривало применение широкого круга предметных умений. В их числе умения: *классифицировать* неорганические и органические вещества; *называть* вещества по международной и тривиальной номенклатуре; *характеризовать* состав и химические свойства веществ различных классов, *составлять* уравнения реакций, подтверждающих взаимосвязь веществ различных классов. Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение элементов содержания второго содержательного блока «Неорганическая химия», представлены в табл. 2.

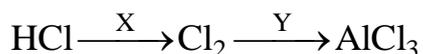
Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение
содержания блока «Неорганическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Классификация и номенклатура неорганических веществ	6	68,3	–	–
2	Характерные химические свойства простых веществ	7	63	43,5	
3	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	8	73,8		
4	Характерные химические свойства кислот, оснований и амфотерных гидроксидов	9	66,4		
5	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	10 32	61,8		
6	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	11 37	54,8		36,2

При анализе данных табл. 2 обращают на себя внимание сравнительно низкие результаты выполнения заданий как базового, так и высокого уровней сложности, ориентированные на проверку такого важного элемента содержания, как «взаимосвязь различных классов неорганических веществ». По сравнению с результатами 2015 года (61,45%) отмечается снижение среднего процента выполнения заданий базового уровня сложности. Объяснением этого факта может служить изменение формата предъявления задания в работе 2016 года (см. пример 3).

Пример 3

В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются

- 1) $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 2) MnO_2
- 3) AlF_3
- 4) AlBr_3
- 5) H_2SO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

X	Y

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
48,1	16,5	83,2	66,7

При выполнении этого задания экзаменуемые должны были определить каждый из реагентов X и Y, которые позволяют осуществить заданные превращения. Наибольшее количество ошибок было допущено выпускниками при выборе вещества Y. Это говорит о том, что экзаменуемые недостаточно прочно овладели знаниями о химических свойствах галогенов, поэтому не смогли выбрать верный вариант ответа.

Блок «Органическая химия». Содержание этого блока составляет система знаний о важнейших понятиях и теориях органической химии, характерных химических свойствах изученных веществ, принадлежащих к различным классам органических соединений, взаимосвязи этих веществ.

Общее количество проверяемых элементов содержания данного блока равно 10. Их усвоение проверялось заданиями базового, повышенного и высокого уровней сложности. Этими заданиями проверялись также умения и виды деятельности, аналогичные тем, которые были названы применительно к элементам содержания блока «Неорганическая химия». Результаты выполнения заданий содержательного блока «Органическая химия» несколько ниже, чем результаты выполнения заданий базового и повышенного уровней сложности, проверяющих усвоение знаний первых двух содержательных блоков. Эти результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты выполнения заданий по разделу «Органическая химия»

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Теория строения органических соединений. Изомерия структурная и пространственная. Гомологи и гомологический ряд	12	69,2	–	–
2	Классификация и номенклатура органических соединений (тривиальная и международная)	27	–	65	–
3	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)	13 34	64	45,6	–
4	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	14	61,2	39,1	–

5	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	15	64,4		–
6	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот	17	54,5	–	–
7	Биологически важные вещества: жиры, белки, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)				
8	Взаимосвязь органических веществ	18 38	56	–	36,3
9	Способы получения органических веществ (лабораторные и промышленные)	16	65,26	–	–
10	Идентификация органических веществ	33	–	37,2	–

Как уже отмечалось выше, в работе 2016 года усвоение такого элемента содержания, как «химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот», было проверено только с помощью заданий базового уровня сложности в отличие от экзаменационной работы 2015 года, где этот элемент содержания проверялся с помощью заданий повышенного уровня сложности. Тем не менее выпускники 2016 года всё же показали сравнительно низкий процент выполнения этих заданий – 54,5%. Рассмотрим типичные затруднения экзаменуемых на примере конкретного задания (см. пример 4).

Пример 4

Дипептид образуется при взаимодействии аминокислоты с

- 1) 2-аминопропановой кислотой
- 2) 3-хлорпропановой кислотой
- 3) диэтиламино
- 4) дихлоруксусной кислотой

Ответ:

Результаты выбора вариантов ответа следующие. Верный вариант ответа (1) выбрали только 59% экзаменуемых. Неверные варианты: вариант 2 – 5%; вариант 3 – 28%; вариант 4 – 8%. Такие результаты свидетельствуют о недостаточном усвоении понятия «дипептид», а также о недостаточно прочно сформированных знаниях химических свойств аминокислот и аминов.

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

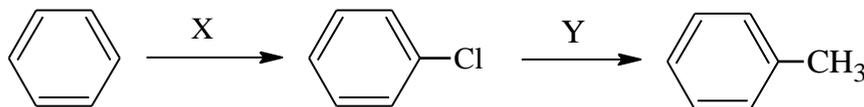
Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
58,5	24,7	95,2	70,5

На основании таких результатов можно утверждать, что даже с помощью заданий базового уровня сложности можно дифференцировать экзаменуемых по уровню усвоения данного элемента содержания.

Изменение формата задания 18, которое ориентировано на проверку усвоения знаний взаимосвязи органических веществ, также сказалось на снижении результата их выполнения по сравнению с подобными заданиями в работе 2015 года. Средний процент выполнения таких заданий – 56%. Приведём пример конкретного задания (см. пример 5).

Пример 5

В заданной схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются

- 1) NaCl
- 2) Cl₂
- 3) HCl
- 4) CH₃OH
- 5) CH₃Cl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

X	Y

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
59,2	23,3	88,5	65,2

Результаты выполнения задания говорят о том, что подобные задания уверенно выполнили только выпускники с хорошим и отличным уровнями подготовки. Отметим, что, как и в случае выполнения задания 11, наибольшее количество ошибок экзаменуемые допустили при выборе вещества Y. Это свидетельствует о недостаточно прочно усвоенных знаниях о способах получения гомологов бензола.

Среди заданий повышенного уровня сложности, которые проверяли усвоение элементов содержания этого блока, наиболее сложными оказались задания с порядковыми номерами 33 и 35. Приведём примеры этих заданий (см. примеры 6 и 7).

Пример 6

Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) стеарат натрия и CaCl_2 (р-р)	1) выделение бесцветного газа
Б) этаналь и KMnO_4 (H^+)	2) обесцвечивание раствора
В) бутен-2 и Br_2 (р-р)	3) образование белого осадка
Г) муравьиная кислота и NaOH	4) растворение осадка
	5) видимые признаки реакции отсутствуют

Ответ:

А	Б	В	Г

Статистические данные выполнения этого задания следующие:

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
23	2	51	49

Это задание имеет ярко выраженный практико-ориентированный характер. При его выполнении необходимо применить не только теоретические знания химических свойств веществ, но и умение планировать и проводить химический эксперимент. Результаты выполнения задания свидетельствуют о том, что даже экзаменуемые с хорошей подготовкой испытывали определённые затруднения при выполнении этого задания. Этот факт позволяет сделать вывод о том, что выпускники недостаточно прочно овладели навыками экспериментальной работы по изучению свойств веществ и проведению химических реакций.

Пример 7

Установите соответствие между схемой реакции и органическим веществом, которое является продуктом реакции.

СХЕМА РЕАКЦИИ	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) этанол $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ}$	1) CH_3COOH
Б) этилат натрия $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$	2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
В) ацетат натрия $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$	3) HCOOH
Г) этаналь $\xrightarrow{\text{Cu}(\text{OH})_2, t^\circ}$	4) CH_3OCH_3
	5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
	6) $(\text{HCOO})_2\text{Cu}$

Ответ:

А	Б	В	Г

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
29,7	13	79	66

При выполнении этого задания экзаменуемые должны были применить знания химических свойств веществ, которые приведены в условии задания, а также учесть условия проведения этих реакций. Реакции, схемы которых обозначены буквами А) и Г), описывают характерные химические свойства одноатомных спиртов и альдегидов. Поэтому для этих реакций верно указали вариант ответа более 57% экзаменуемых. А вот реакции, схемы которых обозначены буквами Б) и В), вызвали у экзаменуемых значительные затруднения. В этих схемах надо было увидеть общую закономерность протекания химических реакций: действие сильной кислоты (в данном случае серной кислоты) на соли более слабых кислот приводит к вытеснению слабой кислоты. Только 23% экзаменуемых, выполнявших это задание, смогли получить максимальные 2 балла за его выполнение.

Задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, которые проверяли усвоение взаимосвязи органических веществ, были аналогичны по своему формату и содержанию условий подобным заданиям экзаменационной работы 2015 года. Результаты выполнения этих заданий в 2016 году сопоставимы с результатами 2015 года: средний процент выполнения этих заданий в работе 2016 года – 36,3, в 2015 году – 37,8.

Элементы содержания блока «**Методы познания в химии. Химия и жизнь**» имеют прикладной и практико-ориентированный характер, чем обусловлена определённая особенность заданий, ориентированных на проверку усвоения данного материала. Выполнение заданий предусматривало проверку сформированности умений: *использовать* в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; *планировать* проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ на основе приобретённых знаний о правилах безопасной работы с веществами в быту; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Некоторые из элементов содержания блока, такие как «определение характера среды водных растворов веществ, индикаторы»; «расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного», «массовой доли (массы) химического соединения в смеси», проверялись в рамках одного задания в комплексе с другими элементами содержания. Результаты выполнения заданий этого блока представлены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты выполнения заданий, проверяющих усвоение содержания блока «Методы познания в химии. Химия и жизнь»

№	Проверяемый элемент содержания	№ задания в КИМ	Средний процент выполнения заданий		
			Базового уровня сложности	Повышенного уровня сложности	Высокого уровня сложности
1	Основные способы получения углеводов	13	70,8	–	–
2	Основные способы получения кислородсодержащих органических веществ	16	66,2	–	–

3	Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ	22	57,7	–	–
4	Природные источники углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	23	50	–	–
5	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	24	56,7	–	–
6	Расчёт теплового эффекта реакции	25	67,1	–	–
7	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	26	62,3	–	–
8	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	33	–	37,2	–
9	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества	39	–	–	12,5
10	Нахождение молекулярной формулы вещества	40	–	–	27,7

Среди заданий базового уровня сложности наиболее низкий средний процент выполнения имеют задания линии 23, ориентированные на проверку знаний о природных источниках углеводов, высокомолекулярных соединениях, способах их получения с помощью реакций полимеризации и поликонденсации. Приведём пример конкретного задания (см. пример 8).

Пример 8

Верны ли следующие суждения о высокомолекулярных соединениях?

А. Фенолформальдегидная смола получается в результате реакции поликонденсации.

Б. Мономерами для синтеза фенолформальдегидной смолы являются фенол и этаналь.

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

Ответ:

Статистические данные выполнения этого задания следующие.

Средний процент выполнения	Процент выполнения группой со слабой подготовкой	Процент выполнения группой с сильной подготовкой	Дифференцирующая способность задания
51,2	25,9	88	62

Это задание имеет практико-ориентированный характер. Из уроков химии обучающимся известно, что полимеры на основе фенолформальдегидной смолы широко применяются как в технике, так и в быту. Однако результаты выполнения задания свидетельствуют о недостаточно прочном усвоении знаний о составе и способах получения этого высокомолекулярного вещества. Только половина экзаменуемых (51%) смогли дать верный ответ на это задание.

Безусловно, особая роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки отводилась заданиям высокого уровня сложности с развёрнутым ответом – расчётным задачам (39 и 40). Решение подобных задач предусматривало проведение системного анализа условия задания, глубокое понимание химической сущности процессов, о которых шла речь в условии заданий, сформированность умения выстроить алгоритм проведения вычислений на основе выявления взаимосвязи различных физических величин. Приведём пример такого задания (см. пример 9).

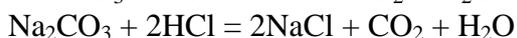
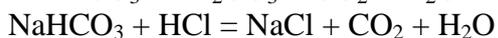
Пример 9

При нагревании образца гидрокарбоната натрия часть вещества разложилась. При этом выделилось 4,48 л газа и образовалось 63,2 г твёрдого безводного остатка. К полученному остатку добавили минимальный объём 20%-ного раствора соляной кислоты, необходимый для полного выделения углекислого газа. Определите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

Охарактеризуем поэлементно возможный вариант развёрнутого ответа к этому заданию.

1) Записаны уравнения реакций:



2) Рассчитано количество вещества соединений в твёрдом остатке:

$$n(\text{CO}_2) = V / V_m = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,2 \cdot 106 = 21,2 \text{ г}$$

$$m(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 63,2 - 21,2 = 42 \text{ г}$$

$$n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = m / M = 42 / 84 = 0,5 \text{ моль}$$

3) Вычислена масса прореагировавшей соляной кислоты и масса хлорида натрия в конечном растворе:

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 0,2 \cdot 2 + 0,5 = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,9 \cdot 36,5 = 32,85 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра HCl}) = 32,85 / 0,2 = 164,25 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{HCl}) = 0,9 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaCl}) = n \cdot M = 0,9 \cdot 58,5 = 52,65 \text{ г}$$

4) Вычислена массовая доля хлорида натрия в растворе:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3 \text{ остаток}) = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,7 \cdot 44 = 30,8 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра}) = 164,25 + 63,2 - 30,8 = 196,65 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) / m(\text{р-ра}) = 52,65 / 196,65 = 0,268, \text{ или } 26,8\%$$

Наличие каждого из подобных элементов в ответе экзаменуемого оценивалось в 1 балл.

Общие средние результаты выполнения заданий линии 39 представлены в табл.5.

Таблица 5

Результаты выполнения заданий линии 39
выпускниками с различным уровнем подготовки

Группы выпускников по уровням подготовки	Доля выпускников, получивших определённое количество баллов (в %)			
	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла
1 группа	0,4	0,03	0	0
2 группа	7,9	0,97	0,21	0,12
3 группа	29,6	10	4,4	3,9
4 группа	9,6	13,7	18,7	55,2

Как видно, результаты выполнения задания свидетельствуют о том, что определённое число выпускников с минимальным уровнем подготовки (1 гр.) приступало к решению расчётных задач, и лишь нескольким из них удалось получить 1 балл за выполнение задания. Среди выпускников с удовлетворительным уровнем подготовки (2 гр.) большинство из тех, кто приступал к выполнению задания 39, также смогли получить только 1 балл. Сравнение результатов выполнения этих заданий группами выпускников с хорошим (3 гр.) и отличным (4 гр.) уровнями подготовки позволяет судить о ведущей роли заданий линии 39 в дифференциации выпускников этих групп. Как видно из таблицы, лишь небольшой процент выпускников с хорошим уровнем подготовки (3,9%) смогли получить максимальные 4 балла за выполнение задания. Очевидно, что выполнить это задание полностью и правильно смогли только те выпускники, которые имели отличную подготовку.

Содержание условия и формат предъявления задания 40 в работе 2016 года были аналогичны этим же заданиям в работе 2015 года. При выполнении задания 40 экзаменуемые должны были определить молекулярную формулу органического вещества, установить структурную формулу этого вещества на основании его химических свойств, описанных в условии задания, и составить уравнение одной из характерных химических реакций. Приведем пример условия такого задания и примерный поэлементный вариант развёрнутого ответа его выполнения (см. пример 10).

Пример 10

При сгорании 4,68 г органического вещества получили 4,48 л углекислого газа (н.у.), 448 мл азота (н.у.) и 3,96 г воды. При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава $C_2H_6NO_2Cl$ и первичный спирт.

На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты.

Элементы примерного варианта ответа:

- 1) Найдено количество вещества продуктов сгорания:

$$n(CO_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}; n(C) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = 3,96 / 18 = 0,22 \text{ моль}; n(H) = 0,22 \cdot 2 = 0,44 \text{ моль}$$

$$n(N_2) = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ моль}; n(N) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$$

- 2) Установлены масса и количество вещества атомов кислорода, и определена молекулярная формула вещества:

$$m(C + H + N) = 0,2 \cdot 12 + 0,44 \cdot 1 + 0,04 \cdot 14 = 3,4 \text{ г}$$

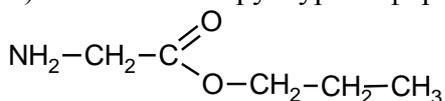
$$m(O) = 4,68 - 3,4 = 1,28 \text{ г}$$

$$n(O) = 1,28 / 16 = 0,08 \text{ моль}$$

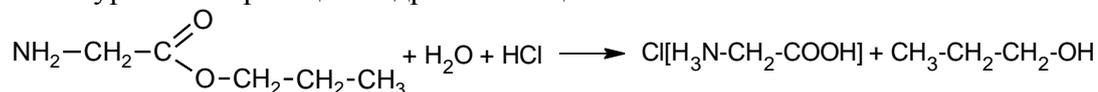
$$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = 0,2 : 0,44 : 0,04 : 0,08 = 5 : 11 : 1 : 2$$

Молекулярная формула – $C_5H_{11}NO_2$

- 3) Составлена структурная формула вещества:



- 4) Написано уравнение реакции гидролиза вещества:



Общие результаты выполнения задания 40 представлены в табл.б.

*Результаты выполнения заданий линии 40
выпускниками с различным уровнем подготовки*

<i>Группы выпускников по уровням подготовки</i>	<i>Доля выпускников, получивших определённое количество баллов (в %)</i>			
	<i>1 балл</i>	<i>2 балла</i>	<i>3 балла</i>	<i>4 балла</i>
<i>1 группа</i>	1,6	0,17	0	0,03
<i>2 группа</i>	15,2	13	0,38	0,51
<i>3 группа</i>	14,3	39,1	6	22,7
<i>4 группа</i>	0,45	9,8	7,3	82,3

Результаты выполнения этих заданий в 2016 году вполне сопоставимы с результатами экзамена 2015 года. Эти результаты свидетельствуют о том, что для выпускников с минимальным и удовлетворительным (гр. 1 и 2) уровнями подготовки оказались по силам лишь некоторые виды расчётов, но немногие из них смогли установить молекулярную формулу органического вещества на основании проведённых вычислений. Среди выпускников с хорошим уровнем подготовки (3 гр.) гораздо большее число выпускников смогли провести необходимые расчёты и вывести молекулярную формулу вещества, однако большинство из них испытало затруднения при составлении структурной формулы этого вещества. И только для абсолютного большинства выпускников с отличным уровнем подготовки (4 гр.) это задание оказалось под силу. Они выполнили задание правильно и получили максимальные 4 балла.

Анализ выполнения экзаменационной работы различными категориями выпускников показал следующее. Результаты *группы 1 с минимальным уровнем подготовки* практически по всем элементам содержания не отвечают требованиям стандарта базового уровня. Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности от 22 до 46%. Большинство из этой группы выпускников испытывали затруднения даже при выполнении заданий, проверяющих содержание ведущих разделов курса химии как основной, так и средней школы: «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева», «Классификация веществ», «Реакции ионного обмена», «Реакции окислительно-восстановительные».

Задания повышенного уровня сложности на установление соответствия между двумя множествами выпускники этой категории выполнили с успешностью от 3% до 10%. Выполнение этих заданий оценивались максимально 2 баллами. Такой результат смогли получить не более 5% из этой группы выпускников. Получить 1 балл за выполнение задания, то есть продемонстрировать усвоение знаний на базовом уровне, смогли от 5% до 13% выполнявших задание. Выполнить задание повышенного уровня сложности, ориентированное на проверку умения определять окислитель, восстановитель по заданным в условии уравнениям реакций, смогли 15% экзаменуемых.

Этот же элемент содержания, проверяемый заданиями высокого уровня сложности, так же имел наиболее высокий показатель среднего процента выполнения – 9%. Но лишь некоторым выпускникам (1,5%) удалось получить максимальный балл – 3 за выполнение этого задания. К выполнению остальных заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом выпускники этой группы хотя и приступали, но справиться с ними не смогли. Менее 1,5% из этих выпускников смогли получить по 1 баллу за выполнение отдельных заданий. Такие результаты говорят о том, что некоторые выпускники данной категории смогли составить одно - два уравнения химических реакций, о которых шла речь в условии заданий. Это

те реакции, которые хорошо знакомы выпускникам, и большинство из них изучались ещё в курсе химии основной школы.

В целом результаты выполнения заданий экзаменационной работы этой группой участников свидетельствуют о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне. Отсюда справедливым можно считать заключение о том, что эти выпускники не проявили как должной самооценки имеющихся знаний, так и должной ответственности при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене.

При подготовке к экзамену данной категории выпускников необходимо прежде всего обратить внимание на сформированность у них базовых знаний по предмету. С этой целью полезно провести стартовое тестирование для выявления пробелов в знаниях обучающихся, для чего можно использовать итоговые тесты по курсу химии 9 класса, а также задания открытого банка ОГЭ. Затем целесообразно совместно с обучающимися составить индивидуальные планы их подготовки к экзамену. При этом важно обратить внимание на то, какой теоретический материал по ведущим разделам и темам курса химии основной школы, в особенности по тем, где были выявлены недостаточно прочные знания, обучающиеся должны самостоятельно повторить и систематизировать.

Для организации самостоятельной работы учитель должен рекомендовать обучающимся необходимые учебники, пособия, справочный материал. По мере того как учащиеся продвигаются в своей работе по систематизации теоретического материала, следует проводить тематический контроль знаний, используя при этом как традиционные, так и тестовые тематические контрольные работы. На этом этапе очень важна работа по анализу ошибок, которые допускают учащиеся при выполнении заданий, и выяснению причин этих ошибок. Как показывает практика, ошибки зачастую допускаются по причине недостаточного (порой в корне неверного) понимания условия задания и неумения его проанализировать. Поэтому очень важно обсудить с обучающимися следующие вопросы: о чём говорится в условии задания, какой теоретический материал необходимо использовать для его выполнения, какие опорные знания помогут при поиске ответа и по каким критериям будет выбираться этот ответ из приведённых в условии вариантов ответа. При выполнении задания следует также ориентировать обучающихся на обязательную проверку каждого из вариантов ответа на предмет его соответствия выбранным критериям.

Выпускники с удовлетворительным уровнем знаний успешно выполнили половину из числа заданий базового уровня сложности: средний процент выполнения заданий находится в интервале от 62 до 80%.

Это задания, ориентированные на проверку усвоения элементов содержания важнейших разделов/тем курса химии: «Периодический закон и Периодическая система Д.И. Менделеева. Строение атома и строение вещества»; «Классификация неорганических и органических веществ»; «Характерные химические свойства неорганических и органических веществ различных классов»; «Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова»; «Химическая реакция. Классификация химических реакций, закономерности их протекания»; «Поведение веществ в растворах. Электролитическая диссоциация. Реакции ионного обмена». Успешность выполнения заданий, ориентированных на проверку перечисленных элементов содержания, свидетельствует о сформированности у выпускников следующих умений:

- *характеризовать*: строение атомов *s*-, *p*- и *d*-элементов по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева;
- *классифицировать* неорганические и органические вещества (по составу и свойствам);
- *определять*: строение атомов, валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов.

Следует отметить, что задания, проверяющие усвоение знаний о свойствах органических веществ, а также о правилах безопасной работы с горючими и токсичными веществами, об общих научных принципах химического производства вызвали затруднения у выпускников данной группы. Средний процент выполнения этих заданий – от 40 до 57. Среди заданий, проверяющих умение проводить расчёты по химическим формулам и уравнениям, наибольшие затруднения вызвала задача на использование понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения – 47). Задачи, которые требовали проведения расчётов по химическим уравнениям, были выполнены с успешностью более 50%, что позволяет судить об удовлетворительном уровне сформированности данного умения. В целом можно утверждать, что наиболее успешно выпускники этой категории выполнили задания, условия которых были сформулированы уже ставшим для КИМ ЕГЭ традиционным образом.

Среди заданий повышенного уровня сложности наиболее успешно (средний процент выполнения – более 50) экзаменуемые 2-й группы справились с теми, которые проверяли усвоение знаний о классификации органических веществ, об окислительно-восстановительных процессах, электролизе расплавов солей, о гидролизе солей. Отметим, что эти задания также уже несколько лет включаются в КИМ ЕГЭ в неизменном формате как задания на установление соответствия между двумя множествами. А вот задания, ориентированные на проверку знания о способах смещения химического равновесия, которые впервые были представлены в новом формате, эта группа выпускников выполнила менее успешно – 43%.

Наибольшие затруднения у этой группы выпускников вызвали задания повышенного уровня сложности (33–35), выполнение которых требует применения обобщённых, системных знаний о свойствах как неорганических, так и органических веществ. При выполнении этих заданий необходимо было учитывать не только характерные свойства реагирующих веществ, но и условия проведения каждой из реакций и уметь планировать те изменения, которые будут наблюдаться в процессе протекания реакций. Не более 10% этой группы выпускников смогли продемонстрировать сформированность указанных знаний и умений.

Среди заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом наиболее успешно 2-я группа участников выполнила задание 36, проверяющее умение составлять электронный баланс и на его основе составлять уравнения химических реакций: средний процент выполнения – 54. Остальные задания (37–40) смогли выполнить лишь от 3% до 20% выпускников этой категории. Здесь также прослеживается тенденция успешного выполнения тех заданий, для которых хорошо известен и отработан на уроках порядок их выполнения. Если же выполнение задания требует применения известных понятий и закономерностей, но применительно к веществам и реакциям, которые нечасто упоминаются в школьных учебниках, то успешность выполнения задания резко снижается.

При всех отмеченных недостатках в подготовке этой группы выпускников в целом можно заключить, что в большинстве своём они продемонстрировали устойчивое усвоение *на базовом уровне* ведущих понятий курса химии, система которых составляет основу общей химической грамотности, формируемой у школьников при изучении предмета.

При подготовке к экзамену выпускников, которые по результатам стартового контроля знаний продемонстрировали удовлетворительный уровень подготовки, наибольшее внимание следует уделить формированию у них умений применять имеющиеся базовые знания в системе. Это означает, что наряду с повторением и углублением имеющихся знаний при работе с ними необходимо уделить внимание анализу условия конкретных заданий в целях формирования у обучающихся умения выстраивать логически обоснованный порядок выполнения задания и выявлять причинно-следственные связи между составом, строением, свойствами и способами получения конкретных веществ. Примером тому являются задания, которые ориентированы на проверку усвоения знаний о взаимосвязи неорганических ве-

ществ. При выполнении задания важно обращать внимание учащихся на порядок рассуждения при выборе ответа.

Выпускники с хорошим уровнем подготовки продемонстрировали уверенное владение знаниями практически по всем проверяемым элементам содержания курса химии и успешно справились с заданиями всех уровней сложности. Средний процент выполнения заданий базового и повышенного уровней сложности находится в интервале от 70 до 94. Такая успешность результатов свидетельствует о степени подготовленности выпускников к экзамену, а также о сформированности у них тех видов общеучебных и предметных умений, которые предполагают более высокий уровень мыслительной деятельности и самостоятельности в её осуществлении. Выпускники овладели важными с точки зрения формирования общей химической грамотности умениями:

- *составлять*: уравнения реакций ионного обмена, уравнения окислительно-восстановительных реакций;
- *определять*: изомеры и гомологи по структурным формулам, характер среды в водных растворах веществ, окислитель и восстановитель;
- *характеризовать*: общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; состав, свойства и применение основных классов органических и неорганических соединений; факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия; общие химические свойства основных классов неорганических и органических веществ; сущность реакций ионного обмена;
- *объяснять*: закономерности в изменении свойств веществ, сущность изученных видов химических реакций;
- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций;
- *планировать* проведение эксперимента по распознаванию и идентификации важнейших неорганических и органических соединений на уровне качественных реакций.

Отметим, что задания *базового* уровня сложности практико-ориентированного характера, к примеру, на проверку знаний элемента содержания «Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола)», «Природные источники углеводородов, их переработка», «Высокомолекулярные соединения» имели сравнительно более низкий средний процент выполнения – 61. Это свидетельствует о недостаточно прочно сформированном умении переносить теоретические знания о свойствах веществ и закономерностях протекания реакций в ситуации их практического применения, например в химическом производстве.

Большинство заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом были успешно выполнены 3-й группой выпускников: средний процент выполнения – более 50. Наибольшие затруднения вызвало задание 39, выполнение которого предполагало проведение расчётов по уравнениям химических реакций. Средний процент выполнения этого задания составил только 20. Такой результат свидетельствует о том, что эта группа выпускников уверенно используют традиционно применяемые в школьном курсе химии алгоритмы решения задач. Но в случае новой учебной ситуации испытывают затруднения в проведении комплексного анализа условия задачи и построения нужного алгоритма её решения. Следовательно, при подготовке к экзамену учащимся данной группы, имеющим достаточно хорошую подготовку по предмету, всё-таки следует уделять особое внимание заданиям, которые в значительной степени ориентированы на комплексное применение знаний.

Результаты выполнения экзаменационной работы **выпускниками с отличным уровнем подготовки (высокобалльниками)** полностью отвечают требованиям стандарта к освоению содержания основных общеобразовательных программ по химии для средней школы, как на базовом, так и на углублённом уровнях. Подтверждением тому является то, что эти выпускники выполнили все задания экзаменационной работы с успешностью более 90%.

Незначительное снижение результата выпускников этой группы (до 79%) имело место лишь при выполнении отдельных заданий высокого уровня сложности с порядковым номером 39.

Тем не менее обстоятельный анализ достижений всех выпускников данной группы в целом убедительно показывает, что эти выпускники:

- осознанно владеют теоретическим и фактологическим материалом курса – основными понятиями, законами, теориями и языком химии;
- умеют создавать обобщения, устанавливать аналогии, применять знания в изменённой и новой ситуациях, например, не только для объяснения сущности изученных типов химических реакций, но и для прогнозирования условий протекания конкретных реакций и образующихся при этом продуктов;
- умеют устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания;
- умеют осуществлять расчёты различной степени сложности по химическим формулам и уравнениям химических реакций;
- умеют объективно оценивать реальные ситуации, использовать свой опыт для получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых решений.

Весь этот перечень умений является наглядным подтверждением высокого уровня подготовки выпускников по предмету.

В связи с изменениями, которые планируются в структуре КИМ ЕГЭ по химии в 2017 году, в школьной практике, наряду с целенаправленной работой по систематизации, обобщению и повторению пройденного материала, рекомендуется широко использовать задания, которые в значительной степени нацелены не на простое воспроизведение полученных знаний, а на проверку сформированности умений применять эти знания в различных учебных ситуациях. В частности, это задания, ориентированные на проверку умений *классифицировать* неорганические и органические вещества, *описывать* химические свойства конкретного вещества того или иного класса. Рассмотрим особенности подходов к выполнению этих заданий на конкретных примерах (см. примеры 11–13).

Пример 11

Среди перечисленных веществ выберите три вещества, которые относятся к кислотам.

- 1) HI
- 2) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- 3) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 4) H_2SiO_3
- 5) HNO_3
- 6) NaH_2PO_4

Запишите в таблицу номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--	--

Выполнение этого задания необходимо начать с актуализации знаний о том, наличие каких классификационных признаков в составе веществ нужно установить, чтобы дать верный ответ. В данном задании идёт речь о признаках класса кислот. К кислотам относят вещества, в составе которых в качестве катионов присутствуют только ионы водорода. Этому критерию соответствуют веществами под цифрами 1, 4 и 5.

Пример 12

Как магний, так и фосфор реагируют с

- 1) концентрированной азотной кислотой
- 2) разбавленной серной кислотой
- 3) соляной кислотой
- 4) раствором гидроксида калия

Ответ:

Анализ условия задания предполагает определение общих свойств у магния и фосфора. Характеризуя свойства каждого из веществ, определяем, что как магний, так и фосфор могут быть восстановителями. Следовательно, они способны реагировать с веществом-окислителем. Среди вариантов ответа выбираем ответ 1 (конц. азотная кислота), так как соляная и разб. серная кислоты не смогут окислить фосфор. Раствор гидроксида калия не проявляет окислительных свойств.

Пример 13

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) CaO	1) K, Br ₂ , CaSO ₄
Б) S	2) O ₂ , KOH, HNO ₃
В) Zn(OH) ₂	3) NaOH, HNO ₃ , CH ₃ COOH
Г) KHCO ₃	4) HBr, SO ₃ , N ₂
	5) CO ₂ , H ₂ O, HCl

Ответ:

А	Б	В	Г

Выполнение этого задания предполагает комплексное применение знаний о классификации неорганических веществ и их свойствах в системе. Так, оксид кальция является основным оксидом, поэтому может взаимодействовать с водой, кислотным оксидом и кислотой (ответ 5). Сера – неметалл, который может окисляться кислородом и азотной кислотой, а также реагировать со щёлочью (ответ 2). Гидроксид цинка – амфотерный гидроксид, поэтому реагирует со щёлочью и кислотами (ответ 3). Кислая соль гидрокарбонат калия способна взаимодействовать со щёлочью и кислотами, которые сильнее угольной кислоты. Здесь также подходит ответ 3.

Целесообразно на уроках закрепления и при контроле знаний шире использовать практико-ориентированные задания, а также задания, требующие применения экспериментальных умений, и задания на комплексное применение знаний из различных разделов курса (см. пример 14).

Пример 14

Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) стеарат натрия и CaCl_2 (р-р)	1) выделение бесцветного газа
Б) этаналь и KMnO_4 (H^+)	2) обесцвечивание раствора
В) бутен-2 и Br_2 (р-р)	3) образование белого осадка
Г) муравьиная кислота и NaOH	4) растворение осадка
	5) видимые признаки реакции отсутствуют

Ответ:

А	Б	В	Г

Выполнение этого задания потребует применения знаний о свойствах веществ во взаимосвязи с экспериментальными навыками проведения реакций между этими веществами. Реакция ионного обмена между стеаратом натрия и хлоридом кальция протекает до конца, так как в результате образуется нерастворимая соль – стеарат кальция, который представляет собой белый осадок (А – 3). Этаналь окисляется раствором перманганата калия в кислой среде, при этом образуется растворимая соль марганца, поэтому будет наблюдаться обесцвечивание раствора перманганата калия (Б – 2). Между бутеном-2 и бромной водой происходит реакция присоединения, в результате наблюдаем обесцвечивание бромной воды (В – 2). Реакция нейтрализации муравьиной кислоты гидроксидом натрия сопровождается образованием воды, поэтому видимых признаков реакции наблюдаться не будет (Г – 5).

Составление развёрнутого ответа на задания высокого уровня сложности требует глубокого анализа условия задания. Последующее выстраивание элементов ответа будет напрямую зависеть от того, насколько чётко выпускник понял, какие понятия, формулы, уравнения реакций и в какой последовательности он будет использовать для решения расчётных задач. Следует обратить внимание на то, что при оформлении развёрнутого ответа необходимо указывать размерность физических величин, используемых в процессе решения задачи, тщательно отслеживать логику рассуждений и соответствие их условию задания.

Обучая школьников приёмам работы с различными типами контролируемых заданий (с кратким ответом и развёрнутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у учащихся умения рационально использовать время, отведённое на выполнение проверочной работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

Развитие экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2017 года будет осуществляться в рамках тех ведущих направлений, начало которым было положено в 2016 году. А именно в направлении:

- усиления деятельностной основы и практико-ориентированной направленности содержания КИМ с учётом характера требований стандарта к результатам освоения ООП по химии для средней школы;
- последующего повышения дифференцирующей способности заданий экзаменационной модели.

Реализация этих направлений предполагает разработку такой системы заданий, выполнение которых потребует использования во взаимосвязи обобщённых знаний, ключевых понятий и закономерностей курса химии.

В экзаменационной модели ЕГЭ 2017 года будут предприняты следующие изменения.

1. Будет принципиально изменён подход к структурированию части 1 экзаменационной работы. Предполагается, что в отличие от экзаменационной модели прошлых лет структура части 1 работы будет включать в себя несколько тематических блоков, в каждом из которых будут представлены задания как базового, так и повышенного уровней сложности. Внутри каждого тематического блока задания будут располагаться по нарастанию того количества действий, которое необходимо для их выполнения. Тем самым структура части 1 экзаменационной работы будет в большей мере соответствовать структуре самого курса химии. Такое структурирование части 1 КИМ поможет экзаменуемым во время работы более эффективно сконцентрировать своё внимание на том, использование каких знаний, понятий и закономерностей химии и в какой взаимосвязи потребует выполнение заданий, проверяющих усвоение учебного материала определённого раздела курса химии.
2. Произойдут заметные изменения в подходах к конструированию заданий базового уровня сложности. Это могут быть задания с единым контекстом, с выбором двух верных ответов из пяти, трёх из шести, задания «на установление соответствия между позициями двух множеств», а также расчётные задачи.
3. Повышение дифференцирующей способности заданий делает объективной постановку вопроса об уменьшении общего количества заданий в экзаменационной работе. Предполагается уменьшение общего количества заданий экзаменационной работы с 40 до 34. Это будет осуществлено преимущественно за счёт упорядочивания оптимального количества тех заданий, выполнение которых предусматривало использование аналогичных видов деятельности. Примером таких заданий, в частности, являются задания, ориентированные на проверку химических свойств солей, кислот, оснований, условий протекания реакций ионного обмена.
4. Изменение формата заданий и их количества неизбежно будет связано с корректировкой шкалы оценивания некоторых заданий, что, в свою очередь, вызовет изменение первичного суммарного балла за выполнение работы в целом, предположительно в пределах от 58 до 60 (вместо прежних 64 баллов).

Следствием планируемых изменений в экзаменационной модели в целом должно стать повышение объективности проверки сформированности ряда предметных и метапредметных умений, которые являются важным показателем успешности усвоения предмета. Речь идёт, в частности, о таких умениях, как: *применять* знания в системе, *сочетать* знания о химических процессах с пониманием математической зависимости между различными физическими величинами, *самостоятельно оценивать* правильность выполнения учебной и учебно-практической задачи и др.

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2016 года по химии

Анализ надёжности экзаменационных вариантов по химии подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надёжность (коэффициент альфа Кронбаха)¹ КИМ по химии – 0,94.

Порядковый номер задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
Часть 1							
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов	1.1.1	1.2.1 2.3.1	Б	1	2	74
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IA–IIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элементов – меди, цинка, хрома, железа – по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4	1.2.3 2.4.1 2.3.1	Б	1	2	74,2
3	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь	1.3.1	2.2.2 2.4.2	Б	1	2	67,6
4	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	1.3.2	1.1.1 2.2.1	Б	1	2	81,8
5	Вещества молекулярного и немoleкулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	1.3.3	2.2.2 2.4.3	Б	1	2	75,7

¹ Минимально допустимое значение надёжности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

6	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная). Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	2.1 3.3	1.3.1 2.2.6	Б	1	2	68,3
7	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа. Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния	2.2 2.3	2.3.2	Б	1	2	63
8	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	2.4	2.3.3	Б	1	2	73,8
9	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот	2.5 2.6	2.3.3	Б	1	2	66,4
10	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	2.7	2.3.3	Б	1	2	61,8
11	Взаимосвязь неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	Б	1	2	54,8
12	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	3.1 3.2	1.2.1 1.2.2 2.2.3 2.2.7	Б	1	2	69,2
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола)	3.4	2.3.4	Б	1	2	66,5
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола	3.5	2.3.4	Б	1	2	61,2
15	Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды)	3.6	2.3.4	Б	1	2	64,4
16	Основные способы получения углеводов (в лаборатории). Основные способы получения кислородсодержащих соединений (в лаборатории)	4.1.7 4.1.8	1.3.4 2.5.1	Б	1	2	66,2

17	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Биологически важные вещества – белки.	3.7 3.8	2.3.4	Б	1	2	54,5
18	Взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	Б	1	2	56
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	1.4.1	2.2.8	Б	1	2	68,6
20	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	1.4.3	2.4.5	Б	1	2	71,6
21	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	1.4.5 1.4.6	1.1.1 1.1.2 1.2.1 2.4.4	Б	1	2	73,9
22	Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений	4.1.1 4.1.2 4.1.4 4.1.5	1.3.2 2.2.4 2.5.1	Б	1	2	57,7
23	Понятие о металлургии: общие способы получения металлов. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки.	4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	1.3.3 1.3.4	Б	1	2	50
24	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	4.3.1	2.5.2	Б	1	5–7	56,7
25	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. Расчёты теплового эффекта реакции	4.3.2 4.3.4	2.5.2	Б	1	2	67,1
26	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	4.3.3	2.5.2	Б	1	5–7	62,3
27	Классификация неорганических веществ. Классификация и номенклатура органических соединений	2.1 3.3	2.2.8	П	2	5–7	65

28	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов. Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов...	1.3.2 1.4.8	2.2.1 2.2.5	П	2	5–7	69,3
29	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	1.4.9	1.1.3 2.2.5	П	2	5–7	62,6
30	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	1.4.7	2.2.4	П	2	5–7	62,1
31	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	1.4.4	2.4.5	Б	1	2	54,9
32	Характерные химические свойства неорганических веществ: – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)	2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7	2.3.3	П	2	5–7	43,5
33	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	4.1.4 4.1.5	2.5.1 2.2.4	П	2	5–7	37,2
34	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и толуола). Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии	3.4 1.4.10	2.3.4 2.4.4	П	2	5–7	45,6
35	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров	3.5 3.6	2.3.4	П	2	5–7	39,1
Часть 2							
36	Реакции окислительно-восстановительные. Коррозия металлов...	1.4.8	2.2.5 2.4.4	В	3	10	61,5
37	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	2.8	2.3.3 2.4.3	В	4	10	36,2
38	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	3.9	2.3.4 2.4.3	В	5	10	36,3

39	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	2.5.2	В	4	10	12,5
40	Нахождение молекулярной формулы вещества	4.3.7	2.5.2	В	4	10	27,7

Всего заданий – **40**; из них
по уровню сложности: базового уровня – **26**; повышенного – **9**; высокого – **5**.
Максимальный первичный балл за работу – **64**.
Общее время выполнения работы – **210 мин**.