

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2021 года по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

кандидат педагогических наук, ведущий научный
сотрудник ФГБНУ «ФИПИ», руководитель комиссии
по разработке КИМ для ГИА по химии,
dobrotin@fipi.ru

**Снастина
Марина Геннадьевна**

учитель химии ГБОУ города Москвы «Школа № 1935»
заместитель руководителя комиссии по разработке
КИМ для ГИА по химии,
fipi@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, основные результаты ЕГЭ по химии в 2021 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий, изменения КИМ ЕГЭ-2022 по химии

Отбор содержания КИМ ЕГЭ 2021 г. по химии в целом осуществлялся с учётом тех общих установок, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет.

Содержание заданий и уровень их сложности в полной мере соответствовали федеральному компоненту государственного стандарта среднего (полного) общего образования по химии, базового и профильного уровней.

Как и в прежние годы, объектом контроля в рамках ЕГЭ является система знаний основ неорганической, общей и органической химии. Задания по указанным разделам курса различались по форме предъявления условия, виду требуемого ответа, уровню сложности, а также по способам оценки их выполнения. Количество заданий той или иной группы в общей структуре КИМ было определено с учётом следующих факторов: а) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала как на базовом, так и на повышенном уровнях; б) требования к планируемым результатам обучения — предметным знаниям, предметным умениям и видам учебной деятельности.

В целях обеспечения возможности дифференцированной оценки учебных достижений выпускников КИМ ЕГЭ осуществляют проверку освоения основных образовательных программ по химии на трёх уровнях сложности: базовом, повышенном и высоком. Каждое задание базового уровня сложности независимо от формата, в котором оно представлено, ориентировано на проверку усвоения только одного или двух элементов содержания. Однако, как показывают результаты экзамена, это не означает, что их следует отнести к категории лёгких, не требующих особых усилий для поиска верного ответа. Напротив, выполнение любого из этих заданий предполагает обязательный и тщательный анализ текста формулировки условия задания и обдумывание его химической сути. Кроме того, они, так же как и более сложные задания, требуют применения знаний в системе, а не только применения заранее подготовленных шаблонов.

В сравнении с заданиями предыдущей группы задания повышенного уровня предусматривают *выполнение* разнообразных действий по применению знаний в изменённой, обновлённой ситуации (например, для анализа сущности изученных типов реакций), а также сформированность умений *систематизировать и обобщать* полученные знания. В экзаменационной работе предложена только одна разновидность этих заданий: на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах.

Для оценки сформированности интеллектуальных умений *высокого уровня*, таких как *устанавливать* причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний (например, между составом, строением и свойствами веществ), *формулировать* ответ в определённой логике с аргументацией сделанных выводов и заключений, используются задания высокого уровня сложности с развёрнутым ответом.

Задания *высокого уровня*, в отличие от заданий двух предыдущих типов, предусматривают комплексную проверку усвоения на углублённом уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков. Именно данный подход к построению заданий обеспечивает высокую дифференцирующую способность, не выходя за рамки действующей нормативной базы. Практически все задания данного типа предусматривают творческое применение знаний, в том числе в нестандартной ситуации. Сложность также создаётся и посредством того, что алгоритм решения тренировочных заданий невозможно автоматически применить к заданию экзаменационного варианта, так как каждое из них имеет индивидуальный алгоритм решения с учётом конкретных данных в условии задания.

Учебный материал, на основе которого строились задания КИМ ЕГЭ по химии, отбирался по признаку его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы. Особое внимание при конструировании заданий было уделено усилению деятельностной и практико-ориентированной составляющих их содержания. Именно эти аспекты значительно снижают эффективность

многократного прорешивания заданий, которым нередко подменяется системное изучение предмета с опорой на знания, формируемые в процессе проведения реального химического эксперимента. Данный подход будет сохранён и в экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2022 г. В нём также будет усилено внимание проверке сформированности умения комбинировать различные виды деятельности: анализировать и сравнивать, классифицировать и обобщать, демонстрировать умения читательской грамотности и проводить расчёты.

Важное значение в системе КИМ ЕГЭ по химии играют задания, направленные на проверку достижения метапредметных планируемых результатов, в частности умения работать с информацией, представленной в различной форме. И если в 2021 г. основными формами предъявления информации были текст и схема, а работа с таблицами предусматривалась в качестве вспомогательного вида деятельности, то в 2022 г. в экзаменационный вариант будут включены два задания с таблицами.

Как и в прошлые годы, большое внимание в экзаменационных вариантах уделяется проверке умений, формируемых в процессе проведения реального химического эксперимента. Так, приводимые в условиях заданий описания признаков протекания химических реакций нередко вызывают затруднения именно у экзаменуемых с недостаточным опытом экспериментальной деятельности или с недостаточно сформированным умением преобразовывать информацию из одной формы в другую.

Особую роль в экзаменационных вариантах играют расчётные задачи. Для их решения от экзаменуемых требовалось продемонстрировать не только умения работать с количественными данными и использовать формулы, отражающие взаимосвязь физических величин, но и умение осуществлять математические расчёты с использованием переменных. Такое разнообразие видов деятельности, которое должны были продемонстрировать экзаменуемые, позволило достаточно чётко дифференцировать их по уровню подготовки.

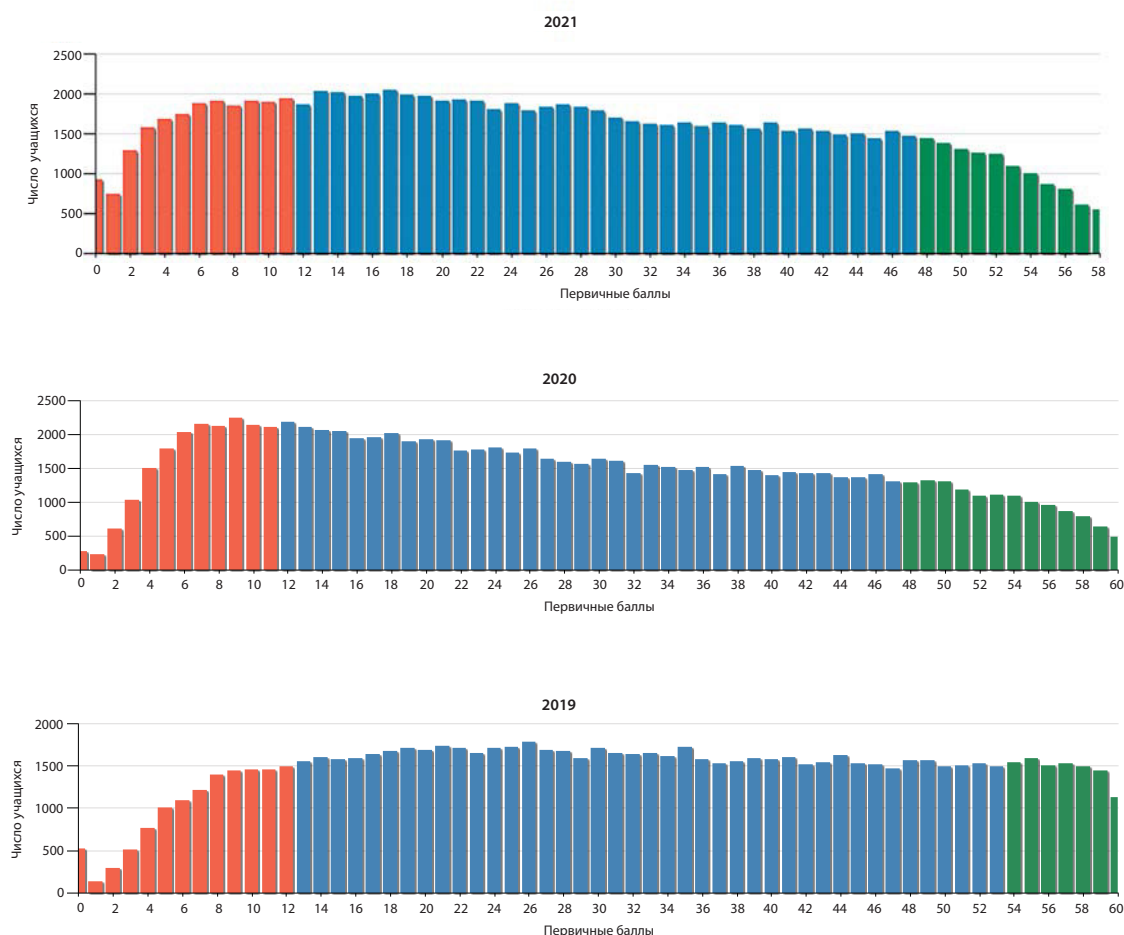


Рис. 1.

В экзаменационную работу 2021 г. по сравнению с работой 2020 г. структурных изменений и изменений в моделях используемых заданий внесено не было. Для двух заданий изменён подход к записи ответа: в заданиях 19 и 20 снято указание на точное количество правильных элементов ответов, которые необходимо выбрать. Данный шаг практически устраняет формализм в аналитической работе экзаменуемых при выборе правильных ответов. В заданиях 10 и 18 изменены шкалы оценивания: они переведены из двухбалльных в однобалльные. Это обусловлено существенным повышением за последние годы процента выполнения указанных заданий, а также уменьшением значения показателя дифференцирующей способности для первого элемента ответа: как правило, экзаменуемый, выполнявший первый элемент ответа, справлялся и со вторым.

Указанные изменения привели к уменьшению максимального балла, который можно получить за выполнения всех заданий: он составил 58 баллов.

В основном периоде ЕГЭ по химии 2021 г. приняли участие 95 474 человек (в 2020 г. — 91 202 человека; 2019 г. — 97 435 человек).

Не произошло существенных изменений и в основных результатах 2021 г.

На рисунке 1 и в таблице 1 приведено распределение первичных и тестовых баллов ЕГЭ 2021–2019 гг.

Результаты завершившегося экзаменационного периода сопоставимы с результатами экзаменов прошлых лет. Характер распределения первичных баллов в 2021 г. незначительно изменился в сравнении с распределением баллов в 2020 г.: наблюдается некоторое увеличение доли выпускников, набравших наиболее низкие баллы,

Таблица 1

Год	Средний тестовый балл	Диапазон тестовых баллов				
		0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
2021	54,03	10,05%	14,49%	34,65%	28,48%	12,33%
2020	54,49	9,01%	16,49%	34,06%	26,96%	14,35%
2019	55,55	7,33%	16,08%	34,11%	32,13%	10,98%

а также несущественное снижение доли высокобалльников.

При этом в 2021 г. не произошло значимого изменения среднего балла экзаменуемых: он составляет 54 балла. Данные результаты свидетельствуют о преемственности в содержании и уровне сложности заданий экзаменационных вариантов последних лет.

Результаты ЕГЭ 2019–2021 гг. по всем диапазонам тестовых баллов сопоставимы.

Ещё один показатель, который также не претерпел существенных изменений, — минимальный балл ЕГЭ по химии. При сохранении на прежнем уровне его значения (в 2021 и 2020 гг. он составил 36 тестовых (12 первичных) баллов) доля выпускников, не преодолевших минимального балла, составила 20,31% (в 2020 г. — 20,70%).

Общие статистические данные 2021 г., как и в предыдущие годы, свидетельствуют о существовании определённого количества заданий, которые способны выполнить экзаменуемые с низким уровнем подготовки. Среди заданий базового уровня не вызвали существенных затруднений те из них, которые образуют фундамент химических знаний. Прежде всего, они проверяют усвоение таких элементов содержания, как закономерности изменения свойств химических элементов и образуемых ими соединений по группам и периодам Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, виды химической связи и типы кристаллических решёток, классификация веществ, гидролиз, генетическая связь между веществами.

В 2021 году, как и в 2020 г., среди заданий повышенного и высокого уровней сложности наиболее успешно экзаменуемые справлялись с заданиями, контролирующими овладение следующими умениями: определять окислитель и восстановитель,

продукты электролиза; составлять уравнения реакций ионного обмена.

Результаты выполнения заданий 30 и 31, в которые в 2020 г. были внесены уточнения, были выполнены на сопоставимом с результатами прошедшего года уровне. Традиционные затруднения выпускники испытывали при выполнении заданий 34 и 35. В каждом из них предусмотрена запись уравнений реакций, проведение расчётов и выстраивание логических цепочек рассуждений с учётом всех данных, приведённых в условии заданий. Такие взаимосвязанные действия, базирующиеся на установлении причинно-следственных связей, доступны только для наиболее подготовленных экзаменуемых.

Экзаменационная работа содержала задания, различные по формату предъявления условий, уровню сложности и форме предъявления ответа к заданиям. Задания базового и повышенного уровней сложности были включены в часть 1 экзаменационной работы, часть 2 содержала задания высокого уровня сложности, предполагающие написание полного развёрнутого ответа к ним.

Задания части 1 традиционно были сгруппированы по четырём тематическим блокам:

- «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»;

- «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;

- «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»;

■ «Химическая реакция»; «Методы познания в химии»; «Химия и жизнь»; «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Рассмотрим результаты выполнения заданий, которые проверяли усвоение элементов содержания каждого из этих содержательных блоков.

Блок «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»

Задания, проверяющие усвоение элементов содержания, относящихся к данному блоку, были расположены в самом начале экзаменационной работы (линии 1–4). Статистические результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 2.

По приведённым результатам видно, что наиболее успешно экзаменуемые выполнили задание с порядковым номером 2. Это говорит о том, что они понимают смысл Периодического закона Д.И. Менделеева, могут использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений, могут объяснить зависимость этих свойств от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева.

С заданиями 1, 3 и 4 экзаменуемые справились менее успешно. Рассмотрим характерные затруднения на примерах конкретных заданий.

Пример 1

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов.

1) Mn 2) Sc 3) F 4) Si 5) P

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

- 1** Определите элементы, атомы которых в основном состоянии **не содержат** неспаренных электронов во внешнем слое. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	2
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
51,4	20,8	82

Выполнение данного задания предполагает написание электронной конфигурации приведённых в условии задания атомов химических элементов. Экзаменуемые должны показать прочное овладение умением составлять модели электронной структуры атомов *s*-, *p*- и *d*-элементов, оформленные с помощью ячеек, так как

Таблица 2

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения
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 состояния атомов	58,3
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам	64,5
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	52,9
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	57,2

только анализ таких моделей позволяет выявить требуемые химические элементы. Обратим также внимание и на уровень сформированности читательской грамотности экзаменуемых, выполнявших это задание. В условии задания указан «внешний электронный слой», поэтому надо рассматривать строение именно этого слоя у d -элементов — марганца и скандия. Некоторые экзаменуемые (12%) ошибочно указали в качестве ответа элементы марганец и фтор, так как они расположены в одной группе.

Пример 2

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

4	5
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
40,5	14,7	73,7

Выполнение данного задания требует сформированности умения определять степень окисления химического элемента по его положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева, а также овладения математическими понятиями и сформированности вычислительных навыков уровня основной школы. Можно говорить о метапредметной направленности подобных заданий. Результаты выполнения задания говорят о том, что даже некоторые экзаменуемые с сильной подготовкой испытали определённые затруднения при его выполнении.

Блок «Неорганическая химия»

В части 1 экзаменационной работы были представлены задания, проверяющие усвоение знаний этого содержательного блока, как базового, так и повышенного уровней сложности. Результаты выполнения этих заданий представлены в табл. 3.

Представленные результаты показывают, что все элементы содержания этого блока достаточно прочно усвоены выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу. Выпускники прочно овладели умениями классифицировать неорганические вещества, характеризовать общие и специфические химические свойства конкретных неорганических веществ. Наибольшей дифференцирующей способностью обладали задания повышенного уровня сложности с порядковыми номерами 8 и 9. При выполнении этих заданий экзаменуемым необходимо было применить знания о свойствах конкретных веществ, принадлежащих к разным классам. Это означает, что необходимо учитывать как кислотно-основные свойства вещества, так и его способность проявлять свойства окислителя или восстановителя. Рассмотрим затруднения, которые испытывали экзаменуемые на примерах конкретных заданий.

Пример 3

- 8 Установите соответствие между веществом и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) Ag , HNO_3 , H_2SO_4
Б) BaBr_2	2) H_2O , KOH , NaOH
В) SO_2	3) SO_3 , NaOH , KOH
Г) ZnO	4) Na_2SO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3
	5) O_2 , Br_2 , N_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
2	4	2	3

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
48,6	12,7	84,6

Таблица 3

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения	
		задания базового уровня сложности	задания повышенного уровня сложности
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	73,6	
6	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа; характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	64,0	
7	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, (солей: средних, кислых, основных, комплексных); электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах; сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена	69,2	
8, 9	Характерные химические свойства простых веществ, оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, (солей: средних, кислых, основных, комплексных); электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах; сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена		49,5 53,0
10	Взаимосвязь неорганических веществ	67,8	

Пример 4

- 9 Установите соответствие между исходными веществами и продуктом(-ами), который(-е) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и NaOH (при сплавлении)
 Б) ZnSO_4 (изб.) и NaOH
 В) ZnO и NaOH (p-p)
 Г) ZnSO_4 и NaOH (изб.)

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) Na_2ZnO_2 и H_2O
 2) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и H_2
 3) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и Na_2SO_4
 4) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и Na_2SO_4
 5) Na_2ZnO_2 и H_2
 6) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г
	5	4	6	3

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
47,3	9,8	89,8

Наибольшее число выпускников, выполнивших это задание (20,2%), допустило ошибку при выборе реагентов для хлора — выбрали ответ 1. Они не учли окислительные свойства хлора, которые он проявляет в реакции с водой и со щелочами (ответ 2), а также не обратили внимания на то, что в ответе 1 присутствуют сильные окислители (HNO_3 , H_2SO_4), с которыми хлор не может реагировать (пример 3).

Наибольшие затруднения вызвало определение продуктов реакции оксида цинка с раствором щёлочи (пример 4). Некоторые выпускники (7%) не учли то, что реакция протекает в растворе, и ошибочно выбрали в качестве продуктов Na_2ZnO_2 и H_2O (ответ 1). Ещё 5,6% выпускников ошибочно выбрали продукты $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и H_2 , при этом они не учли, что оксид цинка не может восстановить водород.

Пример 5

12 Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются изомерами циклогександиола-1,2.

- 1) циклогексанон
- 2) 2-метилпентановая кислота
- 3) этилбутират
- 4) гександиол-1,3
- 5) бензойная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

2	3
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
49,5	4,9	91,9

Пример 6

14 Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми взаимодействует и этиленгликоль, и уксусная кислота.

- 1) гидроксид меди(II)
- 2) серебро
- 3) карбонат калия
- 4) оксид магния
- 5) калий

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

1	5
---	---

Статистические данные выполнения задания следующие.

Ответ	15	13	35	14
Процент выпускников	46,0	10,9	9,8	7,9

Блок «Органическая химия»

Задания данного блока проверяли усвоение знаний элементов содержания органической химии как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Результаты свидетельствуют о том, что элементы содержания курса органической химии усвоены выпускниками несколько хуже, чем элементы содержания курса неорганической химии. Выполнение каждого из заданий этого блока требует уделять первостепенное внимание классификационной принадлежности и химическому строению вещества. Отметим, что задания, ориентированные на проверку знания теории строения органических веществ, недостаточно прочно усвоены выпускниками. Приведём пример конкретного задания (пример 5, 6).

Таблица 4

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний процент выполнения	
		задания базового уровня сложности	задания повышенного уровня сложности
11	Классификация органических веществ, номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	62,6	
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	52,1	
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов	60,5	
14	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений	42,5	
15	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот; важнейшие способы получения аминов и аминокислот; биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки		47,9
16	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов		53,6
17	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений		48,5
18	Взаимосвязь углеводородов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений	54,3	

Умение тщательно проанализировать строение каждого из представленных в условии задания веществ проявили только выпускники с сильной подготовкой. Почти 13% экзаменуемых ошибочно указали в качестве изомеров циклогексанон и гександиол-1,3 (ответ 14). При этом они не учли в комплексе количество атомов кислорода в заданном веществе и наличие цикла атомов углерода. Ещё 11,4% выпускников дали частично неверный

ответ (24), что также указывает на то, что не было учтено количество атомов кислорода в заданном веществе. Ошибки, допущенные выпускниками при выполнении заданий, проверяющих усвоение химических свойств органических веществ, также свидетельствуют о том, что недостаточно сформированы умения анализировать строение органических веществ и на этой основе прогнозировать их химические свойства. Приведём пример задания (пример 6).

Результаты выполнения этого задания показывают, что применить в комплексе знания кислотных свойств каждого из заданных веществ и специфического свойства этиленгликоля (качественная реакция с гидроксидом меди(II)) смогло менее половины экзаменуемых. Многие выпускники выбирали ответ, ориентируясь только на свойства уксусной кислоты.

Блок «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций»

Усвоение элементов содержания этого блока в части 1 экзаменационной работы проверялось с помощью заданий как базового, так и повышенного уровней сложности. Содержание условий этих заданий имеет прикладной и практико-ориентированный характер, в большинстве своём они проверяют усвоение фактологического 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; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 5.

Результаты выполнения заданий этого блока, представленные в таблице, позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания этого блока успешно усвоены экзаменуемыми. Но при этом надо отметить более низкие результаты выполнения заданий с порядковыми номерами 19 и 20. Рассмотрим их на примерах конкретных заданий (пример 7, 8).

Пример 7

19 Из предложенного перечня выберите все типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие серы с кислородом.

- 1) соединения
- 2) обратимая
- 3) экзотермическая
- 4) окислительно-восстановительная
- 5) гетерогенная

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: __1345__.

Ответ	1345	145	134	14
Процент выпускников	28,0	18,4	17,0	12,5

Пример 8

20 Из предложенного перечня выберите все внешние воздействия, которые оказывают влияние на скорость реакции образования оксида углерода(IV) из оксида углерода(II) и кислорода.

- 1) повышение давления в системе
- 2) уменьшение концентрации оксида углерода(IV)
- 3) уменьшение концентрации оксида углерода(II)
- 4) повышение температуры
- 5) увеличение концентрации кислорода

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: _____.

Ответ	1345	145	14	345
Процент выпускников	34,8	19,7	11,2	5,7

Таблица 5

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний % выполнения заданий	
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	44,9	—
20	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	36,9	—
21	Реакции окислительно-восстановительные	70,8	—
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	—	77,5
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	—	69,2
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	—	42,4
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	—	47,7
26	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. 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 углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	44,2	—
27	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	52,8	
28	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям	62,6	
29	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	54,9	

Определённые затруднения вызвали задания, проверяющие сформированность умений классифицировать химические реакции по различным классификационным принципам.

В условии задания не было указания на количество выбираемых правильных элементов ответа к нему. Это вызвало определённые затруднения у выпускников. Как

видно по результату выполнения задания, многие выпускники не смогли указать все необходимые классификационные признаки реакции, указанной в условии. Большинство из них затруднилось определить тип реакции по принципу изменения энергии (3) и принципу наличия границы раздела фаз (5).

Представленные результаты также показывают, что многие выпускники не смогли дать полный правильный ответ на это задание. Выполнение задания предусматривало применение знаний всех факторов, влияющих на скорость реакции, которая указана в условии задания. Результаты выполнения задания показывают, что многие выпускники не указали такой фактор, влияющий на скорость реакции, как уменьшение концентрации исходных веществ (3 и 5).

Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций

Результаты решения расчётных задач базового уровня сложности показывают, что экзаменуемые недостаточно прочно овладели умениями применять понятие «массовая доля вещества в растворе» и учитывать соотношение веществ, участвующих в реакции. Эти базовые умения во взаимосвязи необходимо также применить при решении задач высокого уровня сложности (порядковые номера заданий — 34 и 35) в части 2. Становится очевидным, что справиться с задачами высокого уровня сложности смогли лишь немногие выпускники, у которых наряду с хорошей химической подготовкой хорошо сформирована математическая грамотность. При решении задач (порядковый номер — 34) требовалось применить межпредметные умения по выявлению математической зависимости между заданными физическими величинами и составлению математического уравнения для поиска неизвестной величины. Выполнение задания 35 наряду с несложными математическими расчётами требовало установления химического строения органического вещества по описанию его некоторых химических свойств. Ниже представлены результаты решения расчётных задач.

Задания части 2 с развёрнутым ответом

Задания с развёрнутым ответом имеют своей целью дифференциацию наиболее подготовленных обучающихся и действительно статистически имеют самую высокую дифференцирующую способность. Выполнение каждого из элементов ответа на эти задания оценивается в 1 балл. Поэтому каждое из заданий имеет свою шкалу оценивания (от 2 до 5 баллов) в зависимости от количества элементов ответа. Выполнить задание высокого уровня сложности на максимальный балл удаётся только наиболее подготовленным обучающимся. Тем не менее даже некоторые экзаменуемые со слабой подготовкой приступают к выполнению этих заданий и могут получить 1–2 балла за выполнение отдельных элементов ответа. Статистические данные выполнения этих заданий показывают, что большинство экзаменуемых, выполнивших полностью эти задания, принадлежит к группе наиболее подготовленных выпускников и получает максимальные баллы за выполнение заданий, поскольку владеет следующими умениями: правильно выбирает реагирующие вещества, понимает сущность реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций, может представить текстовую информацию о химических реакциях в виде химических уравнений, а также составить уравнения реакций, иллюстрирующих схему превращений органических веществ. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 6.

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом (полученный первичный балл) все экзаменуемые были распределены по четырём группам (табл. 7).

На рисунках 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развёрнутым ответом) каждой группой участников ЕГЭ 2021 г.

Задание	Средний процент выполнения		Баллы за задание (%)			
	со слабой подготовкой	с сильной подготовкой	1	2	3	4
34	0,14	45,8	9,0	4,3	1,6	3,4
35	0,28	70,7	15,3	3,9	17,9	—

Таблица 6

№ задания	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение заданий (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	33,2	6,1	30,1	—	—	—
31	42,8	9,0	38,3	—	—	—
32	29,3	16,6	13,2	11,7	9,8	—
33	34,8	9,1	10,9	9,8	8,7	15,8

Таблица 7

Группы экзаменуемых	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
1 группа	от 0 до 11 баллов	от 0 до 33	19,9
2 группа	от 12 до 30 баллов	от 34 до 60	38,9
3 группа	от 31 до 47 баллов	от 61 до 80	28,8
4 группа	от 48 до 58 баллов	от 82 до 100	12,5

Группа 1 — низкий уровень подготовки; экзаменуемые, которые не преодолели минимального балла (первичный балл: 0–11; тестовый балл: 0–33).

На рисунке 1 видно, что экзаменуемые из этой группы не смогли выполнить ни одного задания с успешностью 40% и выше. Можно отметить лишь несколько заданий, которые экзаменуемые выполнили сравнительно более успешно (выше 30%), чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания

базового уровня сложности с порядковыми номерами 1, 2 и 7, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

- «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы» (задание 1; средний процент выполнения — 31,8);
- «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам Периодической системы химических элементов

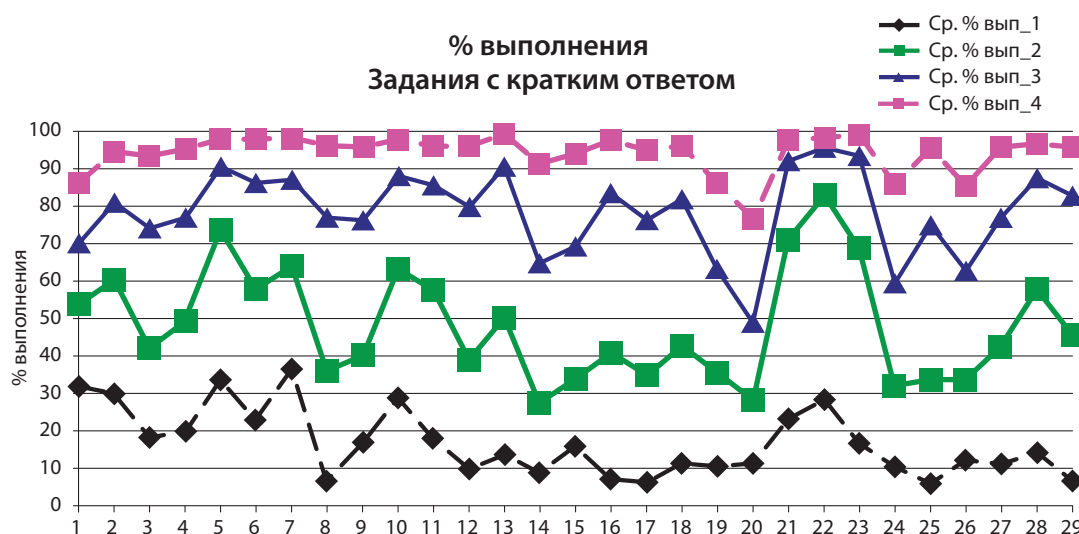


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различными уровнями подготовки

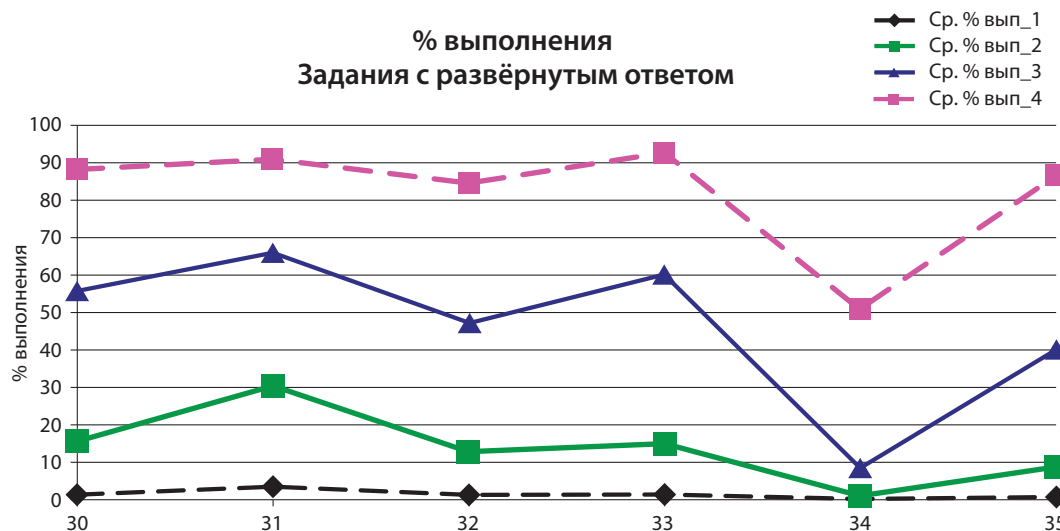


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2021 г. с различными уровнями подготовки

Д.И. Менделеева (задание 2; средний процент выполнения — 29,9);

■ «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей (средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка); реакции ионного обмена» (задание 7; средний процент выполнения 36,3).

Обратим внимание на то, что эти элементы содержания изучались ещё в курсе химии основной школы. Выполняя эти задания, экзаменуемые продемонстрировали овладение такими умениями, как: характеризовать строение электронных оболочек атомов, определять число неспаренных электронов в атомах, сравнивать строение атомов между собой; устанавливать зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; характеризовать химические свойства неорганических веществ как электролитов. При выполнении этих заданий от экзаменуемых требуется осуществление одной или двух мыслительных операций.

Наиболее низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали при выполнении заданий, проверяющих усвоение знаний блока «Органическая химия» (задания 11–18). Средний результат их выполнения не превышает 18%. Изучение

органических веществ в старшей школе требует от обучающихся самостоятельной работы с теоретическими положениями курса и сформированных навыков систематизации и обобщения полученных теоретических знаний. Кроме того, выполнение этих заданий требует понимания химического строения органических веществ, то есть предполагает сформированность метапредметных умений, образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания и органической химии необходимо использовать пространственные модели молекул и анализировать структурные формулы веществ. Именно эти умения недостаточно сформированы у экзаменуемых из группы 1.

Низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали и при решении расчётных задач (задания с порядковыми номерами 27–29):

■ «Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения — 11,4);

■ «Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям» (средний процент выполнения — 14,2);

■ «Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ» (средний процент выполнения — 6,9).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчётов. Формирование этих умений начинается при изучении курса химии основной школы. Решение большинства подобных задач заключается в выполнении следующих последовательных действий: анализ условия задания в целях понимания описываемых процессов; выявление пропорциональной зависимости между заданными и неизвестными физическими величинами, на основании которой и вычисляется искомая величина. Эти умения в достаточной мере сформированы лишь у некоторых экзаменуемых из этой группы.

Отметим, что наиболее некоторые экзаменуемые из этой группы приступали к выполнению даже сложных заданий с развёрнутым ответом части 2.

Некоторые экзаменуемые, не преодолевшие минимального балла, приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Формулировки этих заданий и порядок их выполнения существенно не изменялись в течение последних лет проведения экзамена, поэтому задания кажутся экзаменуемым знакомыми.

Справиться с этими заданиями полностью и получить максимальный балл удалось лишь единицам по отдельным заданиям (табл. 5). Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 1 представлены в табл. 8.

Обратим внимание на то, что даже задание 31, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращённого ионных уравнений

реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить менее 3% из этой группы экзаменуемых. Это умение формируется в курсе основной школы и является также объектом проверки ещё на ОГЭ.

Отметим, что при выполнении задания 35 некоторые экзаменуемые смогли выполнить вычисления и на их основе установить молекулярную формулу органического вещества. Но установить структуру вещества на основании известных его химических свойств и написать требуемое уравнение реакции с участием этого вещества подавляющему большинству из этой группы не удалось.

Практически каждый экзаменуемый из этой группы не смог выполнить более десяти заданий базового уровня. Это не позволило им преодолеть минимальный порог баллов, необходимый для успешной сдачи экзамена, а главное, свидетельствует 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.

Одним из возможных методических подходов к решению данной проблемы можно рекомендовать следующий. Для систематизации знаний по каждому элементу содержания курса химии сначала необходимо использовать задания различного формата: в традиционном формате, который требует повторения теоретических положений, написания определений изученных понятий, составления уравнений химических реакций, определения степени окисления химических элементов и т.п.; заданий с выбором одного ответа

Таблица 8

Задание	Баллы за выполнение заданий (% участников ЕГЭ)				
	1	2	3	4	5
30	0,95	0,95			
31	2,8	2,0			
32	4,0	0,35	0,05	0	
33	2,7	0,77	0,11	0,02	
34	0,11	0,03	0		
35	1,5	0,08	0,02		

из четырёх предложенных. Это позволит более точно выявлять пробелы в знаниях и затруднения в применении этих знаний при выполнении заданий. И только на заключительном этапе подготовки к экзамену можно использовать задания формата ЕГЭ.

Можно сделать общий вывод о том, что экзаменуемые из этой группы не проявили умений самостоятельно оценивать уровень собственных знаний и выстраивать необходимую траекторию самообразования, систематизации и обобщения знаний. А также не проявили должную ответственность при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене.

Группа 2 — *удовлетворительная подготовка (первичный балл: 12–30; тестовый балл: 34–60).*

Наиболее успешно (средний процент выполнения — 60 или выше) данной группой экзаменуемых были выполнены задания 2, 5, 7, 10, 22, 23, 28, с помощью которых проверяют усвоение следующих элементов содержания: «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам», «Классификация и номенклатура неорганических веществ», «Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей», «Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена», «Взаимосвязь неорганических веществ».

Это свидетельствует о том, что у данной группы экзаменуемых успешно сформированы следующие умения: характеризовать закономерности изменения свойств химических элементов и их соединений по группам и периодам Перио-

дической системы химических элементов Д.И. Менделеева; классифицировать и называть неорганические вещества, определять химические свойства веществ как электролитов.

Экзаменуемые из этой группы слабо усвоили большинство элементов содержания курса органической химии (задания с 11 по 18). Даже задание, проверяющее овладение умением классифицировать и называть органические вещества, выполнено недостаточно успешно (57,5%). Слабо усвоены знания свойств изученных кислород- и азотсодержащих органических веществ (не выше 50%).

Умение решать задачи базового уровня сложности у этой группы экзаменуемых сформировано недостаточно прочно. Наибольшие трудности у них вызвали задачи, решение которых предусматривало использование понятия «массовая доля вещества в растворе» (42,5%), а также проведение вычислений по уравнению химической реакции (45,8%). Немного лучше экзаменуемые справились с термохимическими расчётами и задачами на вычисление объёмных соотношений газов в химических реакциях (57,8%). Все перечисленные виды расчётов формируются ещё в начале изучения курса химии, то есть в основной школе.

Задания части 2 экзаменационной работы экзаменуемые из этой группы выполнили несколько лучше, чем из группы 1. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменуемыми группы 2 представлены в табл. 9.

Отметим, что за выполнение заданий 30 и 31 большее число выполнивших эти задания получили максимальные 2 балла.

Таблица 9

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	15,5	6,5	12,3	—	—	—
31	30,3	12,0	24,3	—	—	—
32	12,7	24,4	8,8	2,4	0,42	—
33	15,0	15,6	13,4	6,0	2,5	0,92
34	0,75	2,2	0,29	0,03	0,03	—
35	8,4	15,0	2,1	2,0	—	—

Это говорит о том, что они могут продемонстрировать понимание сущности протекающих реакций — составить электронный баланс окислительно-восстановительного процесса или ионные уравнения реакции ионного обмена.

Остальные задания с развёрнутым ответом были выполнены с успешностью в среднем не выше 13%. При этом надо отметить, что некоторые экзаменуемые из этой группы, которые приступили к выполнению задания 35, смогли получить 1 балл за проведение расчётов по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвинуться дальше и установить структуру вещества удалось лишь немногим.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что экзаменуемые с удовлетворительным уровнем подготовки продемонстрировали усвоение некоторых ведущих теоретических понятий курса химии и основ неорганической химии. Но при этом недостаточно усвоены знания о строении и свойствах органических веществ. Слабо сформированы навыки проведения расчётов по химическим формулам и уравнениям химических реакций. Тем не менее можно говорить о сформированности основ химической грамотности, которая позволяет в дальнейшем продолжать изучение химии в вузах.

Сравнительно низкие результаты выполнения большинства заданий свидетельствуют о недостаточной системности знаний, что проявляется в слабом владении знаниями о химических свойствах неорганических и органических веществ, непонимании закономерностей протекания химических реакций, незнании признаков и условий протекания изученных реакций и др.

Большой (по сравнению с предыдущей группой) набор умений позволил данной группе экзаменуемых выполнить не только 12 заданий базового уровня сложности, но и набрать баллы при выполнении отдельных заданий повышенного и высокого уровней сложности.

При подготовке к экзамену для обучающихся с удовлетворительным уровнем подготовки целесообразно использовать задания, в которых для решения требуется последовательное выполнение нескольких

(трёх-четырёх) мыслительных операций, в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ, где требуется составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс или должны быть написаны ионные уравнения. Очень важно в процессе подготовки использовать задания, предусматривающие работу с информацией, представленной в различной форме — схема, таблица, рисунок и др., с последующим ответом на вопросы к ней.

Группа 3 — хорошая подготовка (первичный балл: 31–47; тестовый балл: 61–80).

Большинство заданий базового уровня сложности выполнены экзаменуемыми из этой группы с успешностью выше 70% (см. рис. 1). Это позволяет говорить о том, что ими успешно освоены знания, относящиеся ко всем содержательным блокам. Они хорошо владеют химическими понятиями и понимают существование взаимосвязи между ними, демонстрируют понимание закономерностей изменения свойств химических элементов и образуемых ими веществ по группам и периодам, знают химические свойства неорганических и органических веществ, понимают закономерности протекания химических реакций и др. Сформированная система химических знаний позволяет осуществлять разнообразные мыслительные операции во взаимосвязи, при выполнении заданий различного уровня сложности.

Экзаменуемых из данной группы показали прочно сформированные умения, предполагающие осуществление нескольких последовательных мыслительных операций: характеризовать химические свойства простых и сложных веществ на основании их состава и строения, прогнозировать продукты и признаки реакций, определять возможность протекания химических реакций с учётом условий их проведения и т. п.

При этом отметим сравнительно низкие проценты выполнения заданий с порядковыми номерами 14 (64,8), 19 (63,2) и 20 (48,8). Эти задания ориентированы на проверку следующих элементов содер-

жания: «Характерные химические свойства кислородсодержащих органических веществ и способы их получения (в лаборатории)»; «Классификация химических реакций в неорганической и органической химии»; «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов». Обратим внимание на то, что выполнение заданий 19 и 20 предполагало выбор нескольких (от 1 до 5) ответов из пяти предложенных. Такой формат условия задания вызвал определённые затруднения у выпускников. Многие из них не смогли указать все необходимые классификационные признаки реакции или факторы, влияющие на скорость конкретной реакции, указанной в условии.

Задания высокого уровня сложности в большинстве своём были достаточно уверенно выполнены экзаменуемыми из данной группы. Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемым из группы 3 представлены в табл. 10.

Задания 30 и 31 достаточно успешно выполнены этой группой экзаменуемых: в большинстве своём они выполнили задания полностью и получили максимальные 2 балла. Задания 32 и 33 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу экзаменуемых. Наиболее трудной оказалась задача 34, большинство приступивших к её решению справились только с составлением уравнений реакций тех химических процессов, которые описаны в условии задачи. Получить максимальный балл удалось лишь немногим выпускникам. Более успешно была решена задача 35. Условия этих задач практически не изменялись в течение последних лет проведения экзамена, поэ-

тому экзаменуемые смогли использовать известный им алгоритм решения задачи и при условии грамотного подхода к составлению структурной формулы неизвестного органического вещества смогли выполнить задание полностью — на максимальный балл.

Обратим также внимание ещё и на тот факт, что умение распределить свои время и силы в процессе выполнения экзаменационной работы является важным дифференцирующим фактором определения уровня подготовленности экзаменуемых. На этот фактор надо обратить внимание выпускников при организации их самостоятельной работы при подготовке к экзаменам.

Существенным моментом в процессе подготовки может стать решение заданий, выходящих за рамки форматов и моделей, встречающихся в экзаменационных работах. Это позволит сформировать у обучающихся умение самостоятельно разрабатывать алгоритм решения в случае нестандартных формулировок заданий. В ряде случаев целесообразно прописывать в общем виде порядок нахождения физических величин, без проведения промежуточных арифметических вычислений.

Группа 4 — отличная подготовка (первичный балл: 48–58; тестовый балл: 82–100).

Экзаменуемые из этой группы показали уверенное овладение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности. Отметим, что практически все задания части 1 экзаменационной работы выполнены ими с успешностью выше 90%. Это свидетельствует о том, что уверенное владение

Таблица 10

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	55,6	9,6	50,8	—	—	—
31	66,1	11,0	60,6	—	—	—
32	47,2	21,1	29,0	23,9	9,5	—
33	60,0	8,5	18,4	22,3	19,9	21,5
34	8,3	17,4	5,1	0,82	0,77	—
35	39,9	28,0	7,9	25,4	—	—

системой химических знаний позволяет данной группе экзаменуемых успешно комбинировать химические понятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них метапредметных умений, которые предусматривают умения находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать её и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями условий.

Такие результаты свидетельствуют о том, что эти выпускники *осознанно владеют* теоретическим и фактологическим материалом курса — основными понятиями, законами, теориями и языком химии, а также *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; устанавливать причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания; осуществлять расчёты различной степени сложности по химическим формулам и уравнениям химических реакций; объективно оценивать реальные ситуации; использовать свой опыт для получения новых знаний, нахождения и объяснения необходимых способов решений.

При этом обратим внимание на оказавшийся ниже остальных результат выполнения заданий 19 (86,2%) и 20 (76,8%), проверяющих умение определять классификационные признаки заданной хи-

мической реакции и факторы, влияющие на скорость реакции. Своё влияние на это явно имел формат задания — неопределённое количество правильных элементов ответа. Некоторые экзаменуемые указали не все элементы ответа, то есть не выполнили задание полностью.

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности значительно отличаются по своей динамике от результатов предыдущих групп экзаменуемых. Если в группах 1–3 мы наблюдали постепенное уменьшение процента экзаменуемых, которые получали каждый следующий балл при выполнении задания высокого уровня сложности, то в группе 4 наблюдается обратная картина: процент получения более высокого балла за выполнение задания возрастает. Выполнение заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми группы 4 представлено в табл. 11.

Результаты выполнения заданий показывают, что бо льшая часть экзаменуемых выполнила задания с развёрнутым ответом на максимальный балл.

Отметим при этом, что задание 34 оказалось трудным для выполнения многим даже для экзаменуемых из этой группы. При его выполнении большинство экзаменуемых смогло составить уравнения реакций, о которых идёт речь в условии задания, но далеко не все смогли правильно соотнести заданные физические величины с химической сутью задания и выстроить дальнейший логический путь решения задачи — выявить математическую зависимость и на её основе составить математическое уравнение для нахождения промежуточных и конечной неизвестных физических величин.

Таблица 11

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
30	88,0	5,2	85,4			
31	90,9	4,8	88,6			
32	84,6	1,8	11,1	31,2	55,2	
33	92,4	0,22	1,8	7,9	15,8	74,3
34	50,9	24,7	22,2	11,1	25,3	
35	86,5	9,2	6,7	78,9		

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

Обучая школьников приёмам работы с различными типами контролирующих 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 обучающихся умения рационально использовать время, отведённое на выполнение тестовой работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

При анализе результатов экзамена следует обратить внимание на то, что ФК ГОС и ФГОС СОО, определяющие содержание КИМ ЕГЭ и уровень требований к уровню образовательной подготовки выпускников, предусматривают изучение химии на базовом и профильном/углублённом уровне. Поэтому в экзаменационные варианты обязательно включаются задания, предусматривающие контроль качества усвоения материала на разных уровнях. Более того, следует признать, что изучение предмета на базовом уровне (1–2 часа в неделю) не может быть достаточным для дальнейшего обучения абитуриентов химических, химико-технологических, медицинских и других вузов естественнонаучного профиля. Следовательно, при сохранении определённого количества заданий, ориентированных на базовый уровень изучения курса химии, существенно большее значение приобретают задания повышенного и высокого уровней сложности.

Именно они выполняют роль главных индикаторов, иллюстрирующих способность экзаменуемого свободно ориентироваться в химическом материале и применять умения в различных комбинациях.

Подчеркнём, что «натаскивание» на типовые формулировки заданий — это крайне неэффективный способ подготовки к экзамену. Три-четыре заученных алгоритма решения типовых заданий никак не помогут участнику ЕГЭ получить балл, достаточный для поступления в вуз. Более того, даже изменение порядка слов в типовом задании нередко приводит экзаменуемых в ступор, притом что ни прочных химических знаний, ни навыков анализа условий заданий и самостоятельного построения пути решения у них не сформировано. Можно предположить, что именно уход от шаблонности в формулировках заданий является поводом для рассуждений о неоправданной сложности многих заданий. Следует понимать, что **единственный путь сдачи экзамена на высокий балл — полноценное освоение системы химических знаний и развитие у обучающихся предметных и метапредметных умений.**

Для понимания основных сложностей, возникающих у экзаменуемых при выполнении заданий, проанализируем формулировки заданий и типичные ошибки в ответах участников ЕГЭ.

Продолжают вызывать сложности задания 1–3, объединённые единым контекстом, представленном в виде перечня химических элементов (см. пример 9).

Формулировка вопроса в задании 1 уже не первый год вызывает у экзаменуемых неоправданные сложности. Анализ результатов показывает, что значительная доля экзаменуемых в качестве правильного ответа указывает 1 и 2, то есть калий и натрий. Можно с уверенностью утверждать, что выбор делается на основе формального анализа положения данных элементов в одной (I) группе, понимая, что у них на внешнем уровне по одному электрону. Однако это ответ неверный.

Так в чём же заключается проблема в выполнении данного задания? Их две. Во-первых, экзаменуемые не понимают разницы между словами «сходный» и «одинаковый». И это является следствием второй проблемы: экзаменуемые

Пример 9

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов.

1) K 2) Na 3) Cr 4) Mg 5) Se

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

- 1** Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего слоя.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

- 2** Из указанных в ряду химических элементов выберите три *s*-элемента.

Расположите выбранные элементы в порядке возрастания восстановительных свойств образуемых ими простых веществ.

Запишите номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--

- 3** Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые могут иметь одинаковую степень окисления в составе образованных ими кислородсодержащих анионов.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

не записывают электронную конфигурацию, так как если бы они это сделали, то поняли бы, что конфигурации $4s^1$ (у калия) и $3s^1$ (у натрия) могут считаться сходными, но никак не одинаковыми. А вот у калия и хрома, несмотря на нахождение в разных группах, конфигурация одинаковая — $4s^1$, так как у хрома — *d*-элемента — часть электронов ($3d^5$) располагается на предвнешнем подуровне. Таким образом на внешнем уровне у хрома именно один электрон — ровно столько, сколько и у калия.

Аналогичные проблемы возникают и при следующей формулировке задания: «Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковое число неспаренных электронов». Как и в случае с приведённой выше формулировкой, из-за незаписанной конфигурации (по ячейкам) экзаменуемые допускают ошибки в определении количества электронов, в том числе неспаренных.

В задании 2, при всей кажущейся простоте формулировки условия, одной из основных проблем является именно невнимательное прочтение условия задания. Так, нередко упускается из виду, что речь идёт не только о выборе трёх элементов,

но и об их принадлежности к определённому типу элементов: данному в задании *s*-элементам.

Часто встречающейся ошибкой является расположение элементов в обратном порядке, например не возрастания, а убывания. Другой вариант ошибок связан с недостаточно чётким пониманием закономерностей изменения свойств в ряду веществ, образованных выбранными элементами: оксидами, гидроксидами, водородными соединениями.

Наибольшие сложности в первых трёх заданиях вызывает задание 3. Вариантами условий задания 3 в экзаменационных вариантах этого года были вопросы про одинаковые степени окисления двух атомов элементов в кислородсодержащих анионах или задания, предусматривающие выбор двух элементов с одинаковой разностью значений высших и низшей степеней окисления. Вызывает недоумение факт, что появление дополнительного действия в виде нахождения разности между высшей и низшей степенями окисления или сравнение нескольких цифр вызвало у экзаменуемых сильную растерянность, хотя осуществление арифметических действий в пределах

восьми единиц не должно становиться серьёзной проблемой для выпускников школы. Вместе с тем это также свидетельствует об ограниченности действий, которые обучающиеся могут совершать с известными данными.

В приведённой выше формулировке задания 3 по условию проверяется умение определять степени окисления в кислородсодержащих анионах. Исходя из результатов выполнения данного задания, можно утверждать, что причина ошибок кроется в нежелании записывать формулы, а ещё лучше требуемых по условию веществ, образованных данными химическими элементами.

Другой причиной низких результатов выполнения заданий может являться излишняя направленность на ранее отработанные формулировки и появление новых нюансов в условии, отличающихся от условий заданий в демоверсии, что делает для некоторых экзаменуемых задание практически невыполнимым.

При этом в каждый демонстрационный вариант была включена фраза: «*При ознакомлении с демонстрационным вариантом контрольных измерительных материалов (КИМ) единого государственного экзамена (ЕГЭ) 2021 г. следует иметь в виду, что задания, включённые в него, не отражают всех элементов содержания, которые будут проверяться с помощью вариантов КИМ в 2021 г.*». Об этой фразе, видимо, забыли те, кто плохо справился с заданием 4, в котором кроме вида химической связи речь также шла о молекулярном или немолекулярном строении вещества или о типе кристаллической решётки, как это и предусмотрено обобщённым планом экзаменационного варианта.

- 4 Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует и ионная, и ковалентная химическая связь.

- 1) хлорид фосфора(III)
- 2) серная кислота
- 3) фосфат калия
- 4) сульфат аммония
- 5) аммиак

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

Для успешного выполнения заданий данной линии необходимо рядом с каждым из веществ записать формулу вещества, вид химической связи и тип кристаллической решётки. Причём целесообразно записать сначала что-то одно, а потом другое. Только после записи результатов рассуждений следует приступать к выбору ответа. Попытка умозрительных размышлений, как правило, приводит к ошибкам в ответе, а кроме того, не оставляет опорных записей для перепроверки ответов на завершающем этапе работы.

Уже не первый год вызывает трудности задание 7, которое охватывает два основных элемента содержания и предусматривает серьёзный анализ информации, сформулированной в текстовой форме. Необходимо обратить внимание на класс исходного вещества или определить его, исходя из признаков протекания реакции с веществами из предложенного в задании перечня.

- 7 В одну из двух пробирок с осадком гидроксида цинка добавили раствор сильной кислоты X, а в другую — раствор сильного электролита Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали полное растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые участвовали в описанных реакциях.

- 1) хлорид бария
- 2) нитрат лития
- 3) азотная кислота
- 4) уксусная кислота
- 5) гидроксид калия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Следует заметить, что важным условием для правильного выполнения подобных заданий из содержательного блока «Химическая реакция» является владение номенклатурой неорганических и органических веществ. Для максимальной уверенности в правильности решения заданий, предусматривающих анализ химических свойств веществ и вероятности

протекания реакций между ними, прогнозирование продуктов реакций и возможности осуществления последовательных превращений, необходимо составлять уравнения реакций или их схемы. Нередко именно ошибки в этих элементах знаний не позволяют экзаменуемым правильно справиться с заданиями.

Много лет назад в варианте появилось традиционное для курса химии задание 8 на установление соответствия между исходными веществами и продуктами реакций. Одним из основных заблуждений при их выполнении является уверенность в возможности безошибочного решения таких заданий «в уме». Но, как показывает практика, в этом случае нередко из внимания выпадают нюансы и всплывают недочёты, которые маловероятны при самостоятельном прогнозировании на первом этапе продуктов реакций, и только потом уже соотнесении с предложенными в правом столбце продуктами реакций. Не вызывает сомнений, что некоторые варианты ответов являются маловероятными, что сужает вариативность выбора. В связи с этим оптимальным подходом к решению данного задания является прогнозирование возможности протекания реакций, анализируя столбец «реагенты» «по вертикали», то есть сначала определяя вероятность взаимодействия вещества А с первым веществом каждого ряда. Уже на этом этапе некоторые ряды будут исключены из дальнейшего рассмотрения.

Очевидно, что в уровне сложности заданий возможны незначительные колебания, так как перечни веществ различаются, а следовательно, их свойства могут быть усвоены учащимися с различной степенью успешности. Однако изучение классификаций, свойств веществ различных классов/групп, к которым они относятся, школьной программой профильного уровня точно предусмотрено, что и отражено в кодификаторе элементов содержания. Следовательно, ощущение «новизны» заданий в экзаменационных вариантах этого года возникло только у экзаменуемых, не овладевших умениями обобщать изученный материал и переносить сформированные знания и умения в новые ситуации.

Данный фактор является одной из основных причин сложностей, которые вызывают задания 9 и 16. Приведём примеры этих заданий.

В этом, а также в приведённом ниже задании 16 по разделу «Органическая химия», важнейшую роль играют условия проведения реакций, которые указаны рядом с веществами или над стрелкой. Именно они во многом и определяют состав продукта реакции. В обоих случаях важно приучить обучающихся дописывать продукты для исходных пар веществ, указанных в левом столбце.

В 2021 году первые задания, проверяющие умения классифицировать вещества (19) и определять характер влияния различных факторов на скорость химической

- 8 Установите соответствие между веществом и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Cl_2	1) Ag , HNO_3 , H_2SO_4
Б) BaBr_2	2) H_2O , KOH , NaOH
В) SO_2	3) SO_3 , NaOH , KOH
Г) ZnO	4) Na_2SO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3
	5) O_2 , Br_2 , N_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

- 9 Установите соответствие между исходными веществами и продуктом(-ами), который(-е) образуется(-ются) при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Zn и NaOH (при сплавлении)
Б) ZnSO_4 (изб.) и NaOH
В) ZnO и NaOH (р-р)
Г) ZnSO_4 и NaOH (изб.)

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) Na_2ZnO_2 и H_2O
2) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и H_2
3) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ и Na_2SO_4
4) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и Na_2SO_4
5) Na_2ZnO_2 и H_2
6) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

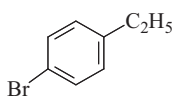
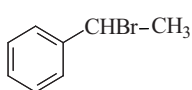
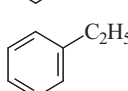
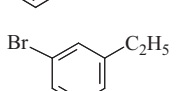
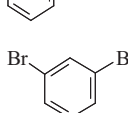
А	Б	В	Г

- 16 Установите соответствие между схемой реакции и продуктом, который преимущественно образуется в этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

- А) этилбензол + бром $\xrightarrow{\text{FeBr}_3}$
Б) этилбензол + бром $\xrightarrow{\text{свет}}$
В) бензол + бромэтан $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$
Г) бензол + бром $\xrightarrow{\text{AlBr}_3}$

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) 
2) 
3) 
4) 
5) 
6) 

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

реакции (20), были предложены в тех же формулировках, но они не предусматривали знания точного количества правильных ответов для выбора. Результаты выполнения данных заданий (ср. 45 и 37% соответственно) говорят об их снижении по сравнению с 2020 г. на 18–23%. Данный факт свидетельствует о том, что ранее при выборе ответа экзаменуемые нередко действовали методом исключения. При предложенном подходе к определению правильного ответа каждый из предложенных дистракторов анализируется более внимательно и менее формально.

За последние несколько лет наиболее стабильными в плане формулировок оставались задания 21–26, относящиеся к блоку «Химическая реакция». Сложившиеся за много лет подходы к их формулированию позволяют экзаменуемым уверенно отрабатывать алгоритмы их решения. При этом важно помнить о возможности смещения акцентов в формулировках на разные аспекты одного и того же процесса. Так, на позиции 22 могут встретиться задания, предусматривающие не определение продуктов электролиза, а выбор способов получения веществ. Задания с такой спецификой условия выполняются, как правило, на 10–15% хуже. При этом в демонстрационном варианте приведены обе версии его условия.

Во многих вариантах 2021 г., так же как и в 2020 г., встретились формулировки задания 24, в которых формулы веществ приведены в ионном, а не молекулярном виде,

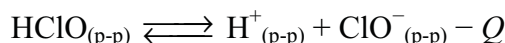
а для добавляемых веществ указано твёрдое агрегатное состояние. Существенную сложность данный фактор мог вызвать лишь в том случае, если экзаменуемый при подготовке к экзамену анализировал не принципы смещения химического равновесия, а лишь влияние факторов на состояние равновесия в конкретных реакциях в тренировочных заданиях и не пытался разобраться в сути процессов, определяющих такое влияние. Приведём пример условия задания 24.

Особое внимание при подготовке следует уделять заданиям высокого уровня сложности с развёрнутым ответом части 2.

Второй год в формулировки условий заданий 30 и 31 включены уточнения, ограничивающие вариативность химических реакций, которые можно составить из предложенного перечня веществ. Эти уточнения конкретизируют признаки протекания реакций (или их отсутствие), состав, класс/группу вещества, вступающего в реакцию или образующегося в результате неё, и др.

Данные элементы условия, которые выделены в нашем примере курсивом, могут по-разному влиять на подходы к выполнению данных заданий и успешность их выполнения. В любом случае начинать выполнение задания 30 следует с составления пар реагентов, в которых одно из веществ может проявлять окислительные, а другое — восстановительные свойства. На втором этапе решения следует спрогнозировать признаки протекания реакций

24 Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) повышение температуры
- Б) понижение давления
- В) добавление серной кислоты
- Г) добавление твёрдого гипохлорита натрия

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

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

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: гидрокарбонат магния, гидроксид натрия, перманганат натрия, серная кислота, нитрит натрия, гидрокарбонат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 30** Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми приводит к образованию *зелёного раствора*. *Выделение осадка* в ходе реакции *не наблюдается*.

В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

- 31** Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми протекает *с выделением газа*. *Образование осадка* в ходе данной реакции *не наблюдается*. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

между выбранными парами, в том числе с учётом возможности использовать разную среду раствора, при наличии кислоты и щёлочи в списке. На следующем этапе следует выбрать те из предложенных вариантов взаимодействия, которые удовлетворяют всем факторам, указанным в условии задания.

В некоторых случаях выбор окислителя и восстановителя можно начать с учётом указанных признаков: это возможно, например, в тех случаях, когда речь идёт об окрашенных растворах. Как следует из комментариев, в любом случае для подбора реагентов и составления уравнений реакций с учётом «дополнительных фильтров» нужно перебрать несколько вариантов, а не записывать любой вариант окислительно-восстановительной реакции, как было ранее.

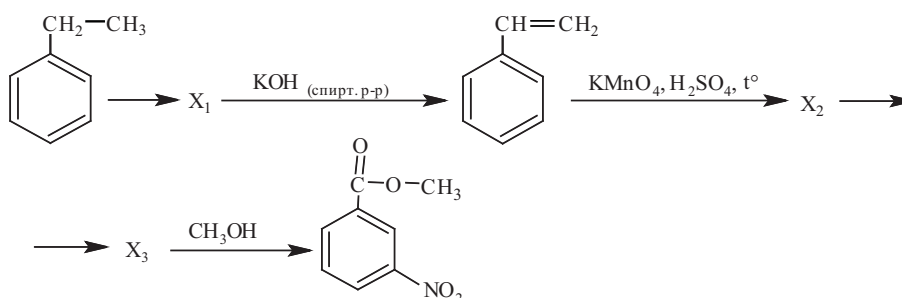
Сходный подход к рассуждениям, только с учётом необходимости составления реакции ионного обмена, можно при-

менить и для решения задания 31. Главное отличие — выбрать нужно вещества, взаимодействие между которыми происходит без изменения степени окисления.

Задания 32 и 33 изменений практически не претерпели. Следует обратить внимание на увеличение в задании 33 количества «X» в цепочке превращений, в том числе расположенных подряд. Это увеличивает вариативность решения задания и усиливает его направленность на умения анализировать химические свойства известных по условию веществ, учитывать способы их получения и на основании этого прогнозировать состав пропущенных веществ.

Как видно из приведённой выше схемы реакции, отправными точками для размышления являются три вещества. Состав вещества X_1 можно определить на основании знания химических свойств аренов, но с учётом условия, определяющего способ получения стирола. Состав

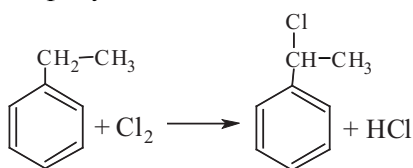
- 33** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

же вещества X_3 можно спрогнозировать по конечному продукту цепочки превращений, так как получение сложного эфира под действием метанола возможно только из карбоновой кислоты.

Одна из наиболее существенных сложностей в данном задании — это прогнозирование продукта первой реакции: в какой из групп пройдет замещение атома водорода на галоген. Очевидно, что в реакционной смеси будут оба продукта, но в условии задания отмечено, что нужно указывать «преимущественно образующийся продукт».



В данном случае замещение идет в группе атомов $-CH_2-$ и запись другого продукта будет считаться ошибкой.

Наибольшее внимание не первый год вызывает задание 34 — комбинированная расчётная задача. Комбинированная она потому, что включает в себя различные виды расчётов по формулам и уравнениям реакций. Каждый из видов расчётов, как правило, не вызывает затруднений у хорошо подготовленных школьников, имеющих хорошие знания по математике, так как в некоторых заданиях необходимо решить уравнение с одной переменной.

При анализе всего многообразия заданий 34, приведённых в демоверсии, репетиционных вариантах и сборниках заданий, можно легко убедиться, что их химическая составляющая не выходит за рамки курса химии, изучаемого даже на базовом уровне. Это подтверждается и записываемыми при их решении уравнениями реакций. Не появилось за последнее время и новых формул, по которым осуществляется решение данных задач, их количество ограничивается тремя-четырьмя. По сути, эти два элемента ответа являются основными для получения 1–2 баллов за это задание. Дальнейшие шаги в решении предполагают глубокое погружение в описание химических процессов и действий, изложенных в условии задания. Именно по этой причине выполнить правильно 3-й и 4-й элементы ответа удастся далеко не всем,

но происходят существенные затраты времени. Понимание данного факта нередко вынуждает экзаменуемых торопиться при выполнении других заданий, что провоцирует появление случайных ошибок.

Данное задание действительно является наиболее сложным в варианте. Процент его выполнения колеблется в интервале значений 5–15%. Наличие подобного задания в экзаменационном варианте — это абсолютно закономерное явление, так как именно оно выполняет, как правило, функцию дифференциации высокобалльников по уровню подготовки.

В 2021 году были использованы варианты условий заданий, которые встречались в последние три-четыре года. В это период ежегодно в условие включались новые нюансы, влияющие не только на химическую суть процессов, но и на логику рассуждений. В прошлом году таким нюансом стало разделение смеси на две части. В предыдущие годы использовались задачи с опорой на тему «Электролиз растворов», про смеси и помещение металлических пластин в растворы и др. Были и задания, включавшие данные о мольном соотношении элементов, находящихся в реакционной смеси и вступающих в химические реакции, то есть того, что в обсуждениях участников экзамена 2020 г. получило названия «атомистика» и «атомизация».

Постараемся ответить на главный вопрос: почему эти задания вызывают такие сложности, если и химизм процесса, и основные формулы обучающимся знакомы? Прежде всего потому, что решение таких заданий требует от экзаменуемых выходить за рамки отработанных ранее шаблонов, то есть они не предполагают единообразного алгоритма решения. Показательно, что на первых порах каждое новое задание вызывает трудности, но, как только алгоритм становится известным и понятным, задача решается на много успешнее. Именно такой эффект и наблюдался с заданиями 34, использовавшимися в досрочный период проведения экзамена: включённые в резервные дни аналогичные по алгоритму задания этой линии показались многим экзаменуемым существенно проще, чем задания других вариантов. Более высокий процент выполнения в этом году (в среднем

на 10–15%) продемонстрирован и по заданиям на «атомистику», которые в прошлом году вызвали существенные сложности. Это лишний раз подтверждает необходимость подготовки не к определённым алгоритмам решения, а к умению работать с предложенными в условии конкретными данными.

Следует обратить внимание на то, что за многие годы проведения экзамена на этой позиции экзаменационного варианта было использовано большое многообразие расчётных задач. Некоторые из них будут использованы и в дальнейшем, но обязательно будут встречаться и обновлённые варианты условий заданий линии 34. В связи с этим важно не фокусировать внимание на отдельных составляющих задачи и не выбирать ранее использовавшиеся схемы решения, а вырабатывать алгоритм для конкретной задачи с учётом всех данных, приведённых в её условии.

Возможно, для некоторых обучающихся, имеющих в школе минимальное количество часов на подготовку, целесообразно сосредоточиться на отработке расчётных задач 27–29, включённых в часть 1, так как результаты их выполнения свидетельствуют о серьёзных проблемах в этом компоненте. Средний процент выполнения данных заданий находится в интервале 52–62. А в совокупности они дают 3 балла, которые получить намного вероятнее.

Один из самых частых вопросов, который возникает в процессе подготовки к экзамену, — что делать при минимальном количестве часов (1–2 часа в неделю), отведённых на изучение химии в 10–11 классах? Ответ очевиден: в этом случае потребуются большая самостоятельная работа учащегося по углублению и расширению своих знаний и отработке умений. Очевидно, что и использование учебника базового уровня не является оптимальным средством для подготовки к ЕГЭ. Необходимо использование учебных пособий или электронных ресурсов, в которых материал изложен на углублённом уровне. Только при таком подходе сохраняется возможность сформировать серьёзный фундамент химических знаний, который необходим для качественной подготовки в вузе врачей, специалистов, готовых соз-

давать новые технологические аппараты, материалы, лекарства и др. в непростое для всего человечества время.

Важно понимать, что результаты экзаменуемых определяются многими факторами. Одним из них является индивидуальная система работы с учеником, планирующим сдавать ЕГЭ. Только системное изучение материала, предусматривающее познание закономерностей и принципов взаимодействия веществ, в совокупности с формированием умения мыслить нестандартно при решении заданий является главным залогом успеха в подготовке к экзамену.

Система оценки качества школьного химического образования за последнее десятилетие претерпела существенные изменения. Главным образом, они связаны с введением ФГОС, который наряду с системно-деятельностным подходом направил внимание учителей на важность достижения метапредметных результатов освоения основных образовательных программ. Указанные особенности стандарта отражены в содержании КИМ ОГЭ 2020–2022 гг. Аналогичная работа по совершенствованию моделей заданий с учётом требований ФГОС проведена и в отношении КИМ ЕГЭ (перспективная модель экзаменационного варианта ЕГЭ на основе ФГОС прошла обсуждение в экспертном сообществе, новые модели заданий были апробированы).

Следует заметить, что необходимость регулярного обновления и уточнения формулировок заданий ЕГЭ вызвана рядом причин. Одна из них обусловлена постепенным снижением дифференцирующей способности заданий, то есть их способностью чётко отражать различия в уровне владения выпускниками теми или иными умениями. Например, в формулировке условий заданий 3 и 4, направленных на проверку умения определять степени окисления и особенности строения (вид химической связи, тип кристаллической решётки), были внесены уточнения, которые предусматривали выполнение дополнительных мыслительных операций: сравнение, классификация, нахождение разности и др.

Приведём примеры заданий линии 4, применявшихся в 2019 и 2020 гг.

- 4 (2019 г.) Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует ионная химическая связь.

- 1) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$
- 2) HClO_3
- 3) NH_4Cl
- 4) HClO_4
- 5) Cl_2O_7

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

- 4 (2021 г.) Из предложенного перечня выберите два вещества молекулярного строения с ковалентной полярной связью.

- 1) Na_2SO_4
- 2) HCOOH
- 3) CH_4
- 4) CaO
- 5) Cl_2

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

Как видно из приведённых примеров, по сравнению с формулировкой 2019 г. в 2021 г. в задание было добавлено дополнительное условие — вторая характеристика строения вещества (тип кристаллической решётки, молекулярное/немолекулярное строение), которое само по себе не является сложным для усвоения. Однако сочетание двух факторов при выборе правильных ответов у экзаменуемых с невысоким уровнем подготовки вызвало существенные затруднения. Аналогичная ситуация

с изменениями в условии задания 3: введение ещё одной простейшей мыслительной операции (нахождение разности, определение степени окисления в анионе) привело к значительному ухудшению результатов выполнения.

Приведённые факты являются подтверждением мысли о необходимости фокусировать внимание при подготовке к экзамену не на конкретных формулировках, а на самом материале, который является содержательной основой для разработки заданий. Для уточнения контролируемых заданием элементов содержания необходимо воспользоваться обобщённым планом экзаменационного варианта, являющимся приложением к спецификации КИМ ЕГЭ.

Повышение дифференцирующей способности данных заданий стало одной из важных причин сохранения их и в экзаменационном варианте перспективной модели 2022 г.

Причиной уточнения формулировок условий заданий 30 и 31, кроме постепенного повышения процента их выполнения, стала излишняя вариативность в подходах к решению. Данный момент создавал дополнительные трудности в оценивании, так как снижалось единообразие трактовок экспертами правильности решения.

Приведём примеры заданий 2019 г.

Решения заданий в приведённых формулировках допускали большое количество вариантов записей продуктов реакций, и однозначно оценить возможность их образования во многих случаях было затруднительно.

Приведём примеры дополненных формулировок заданий 26 и 27 экзаменационного варианта 2022 г. (приведена нумерация демонстрационного варианта 2022 г.).

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Cs 2) C 3) O 4) Cr 5) N

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

- 3 Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые имеют одинаковую разность между значениями их высшей и низшей степеней окисления. Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

Примеры заданий 2019 г.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 30** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций, используя не менее двух веществ из предложенного перечня. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.
- 31** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

Внесённые в формулировки заданий уточнения — классификационные признаки исходных веществ или продуктов реакций, признаки протекания предполагаемой реакции — привели обучающихся к необходимости анализировать большее число химических процессов с точки зрения соответствия условию, однако и возможных вариантов правильных решений стало существенно меньше. Кроме того, включение в условие задания дополнительных фильтров, определяющих подходы к отбору веществ, также способствовало усилению практико-ориентированной направленности задания.

Приведённые примеры иллюстрируют продуманность и планомерность работы по повышению дифференцирующей способности заданий, усилению их метапредметной и практико-ориентированной направленности, а следовательно, и эффективности действующей модели КИМ ЕГЭ в целом. Вместе с тем предпринимаемые шаги предусматривают преемственность перспективной модели КИМ

с действующей моделью, а главное, постепенность приведения КИМ ЕГЭ в соответствие с требованиями ФГОС.

О целесообразности учёта преемственности свидетельствуют результаты ЕГЭ по химии последних лет: большинство используемых заданий уже в настоящее время имеют высокую дифференцирующую способность и чёткую направленность на контроль сформированности предусмотренных ФГОС умений и элементов содержания. В частности, в проекте экзаменационного варианта 2022 г. сохранены задания, успешное выполнение которых базируется на следующих умениях: определять возможность протекания химических реакций, на основании состава реагирующих веществ или по их названиям/формулам прогнозировать состав продуктов реакций и составлять уравнения реакций с учётом признаков их протекания. Теоретической основой для решения таких заданий является понимание взаимосвязи понятий «состав» — «строение» — «свойства», а также знания и умения, сформированные

Примеры заданий 2022 г.

Для выполнения заданий 26 и 27 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование водных растворов веществ.

- 26** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.
- 27** Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

в процессе проведения реального химического эксперимента. Кроме выше названных, к таковым можно отнести задания 6, 7, 12–15, 19, 20, 23, 29, 30 действующей модели. Указанные выше умения имеют определяющее значение и для выполнения наиболее сложных заданий — расчётных задач 33 и 34. Решение подобных заданий предполагает сформированность умений анализировать текстовую информацию, изложенную в условии задания, а затем преобразовывать её в химические уравнения и проводить последовательные вычисления физических величин.

В процессе совершенствования КИМ ЕГЭ 2022 г., ориентированных на ФГОС, было акцентировано внимание на реализации системно-деятельностного подхода, а также на усиление метапредметной составляющей заданий. О поддержке предпринимаемых в этом направлении шагов, а также о важности увеличения количества заданий с метапредметной направленностью шла речь и в ряде отзывов о перспективной модели экзаменационного варианта, полученных по результатам её апробации. Многие из высказанных в отзывах предложений и замечаний были приняты во внимание.

Одним из наиболее значимых направлений обновлений моделей заданий стало смещение акцентов сторону контроля сформированности элементов функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной. Так, в экзаменационный вариант 2022 г. пред-

лагается включить задание, предусматривающее не только работу с текстом, но и работу с данными таблицы, а в дальнейшем и с графическим изображением. Примером задания, информация в котором представлена в виде таблицы, является обновлённая форма задания 5, которое направлено на проверку умения определять принадлежность неорганических веществ к тому или иному классу (группе).

Приведём пример задания 5.

Для решения задания 5 от экзаменуемых требуется проанализировать состав девяти веществ, выявить среди них те, которые принадлежат к указанным в условии задании классам/группам. На следующем этапе необходимо соотнести буквенные и цифровые обозначения выбранных веществ. Таким образом, данное задание содержит элементы как выбора ответа, так и установления соответствия.

Для решения задания 5 в такой формулировке возможны два подхода: первый предусматривает поиск в таблице веществ, приведённых под буквами А, Б и В; второй подход предусматривает на первом этапе определение классов/групп всех веществ, приведённых в таблице, а затем — выбор из них тех, которые соответствуют классам/группам, указанным под буквами А, Б и В.

Ещё одним направлением совершенствования КИМ по химии можно считать включение заданий, акцентирующих внимание на сформированности метапредметных результатов обучения: сравнение, классификация, анализ, установление

- 5** Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы: А) двухосновной кислоты; Б) средней соли; В) амфотерного гидроксида.

1 NaH_2PO_4	2 $\text{Zn}(\text{OH})_2$	3 HNO_2
4 H_2SO_3	5 H_3P	6 ZnO
7 Zn	8 NH_4NO_3	9 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В

причинно-следственных связей и др. Например, в задании 21 на основе формул неорганических веществ необходимо не только определить среду раствора, характеристикой которой является величина pH, но и на основе сравнения состава расположить вещества в соответствии с изменением её значения. В качестве справочного материала экзаменуемым будет предложена шкала pH и сведения о понятии «молярная концентрация». Указанную направленность имеют и другие задания, ранее включённые в экзаменационный вариант. Задания 6 и 31 являются, по сути, «мысленным экспериментом», так как для составления четырёх уравнений реакций необходимо учитывать все описанные в условии данные об условиях и признаках протекания реакций.

Во многих поступивших отзывах о перспективной модели КИМ было обращено внимание на повышение уровня сложности предложенных моделей заданий. При этом время, отведённое на выполнение работы, увеличено не было. Следует заметить, что количество заданий было сокращено до 34 (за счёт исключения одного задания и объединения двух заданий, направленных на контроль близких по содержанию и/или осуществляемым мыслительным операциям). Освободившееся время может быть затрачено экзаменуемыми на выполнение заданий повышенного и высокого уровней сложности. С учётом внесённых в спецификацию изменений (в обобщённом плане варианта) был уточнён уровень сложности ряда заданий, в формулировки условий которых были внесены коррективы. На целесообразность данного шага также было указано в ряде отзывов, поступивших из регионов.

Принято во внимание предложение исключить из задания 34 (расчётная задача на вывод молекулярной формулы органического вещества) дополнительное действие, предусматривающее выполнение расчётов с учётом выхода продукта реакции.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023–24 гг. можно обозначить дальнейшее усиление компетентностной направленности заданий. В частности, планируется включение задания, построенного на материале, име-

ющем практическую значимость в повседневной жизни.

Внесение в экзаменационный вариант 2022 г. описанных изменения предполагает проведение методической работы, направленной на изложение подходов к формированию знаний и умений, требуемых при выполнении новых заданий. Особого внимания заслуживает разъяснение методов работы с информацией, представленной в различной форме.

Так, предложена обновлённая модель задания по теме «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная».

Предлагаемая модель включает в себя справочную информацию, которая раскрывает некоторые содержательные аспекты выполнения задания. Ещё одной особенностью обновлённой модели является включение в условие дополнительной мыслительной операции — выстраивание веществ в последовательности, устанавливаемой на основании значения pH. Для этого, как и ранее, необходимо проанализировать состав веществ и определить характер протекания гидролиза каждого из ионов, входящих в состав каждого из четырёх веществ, и спрогнозировать на качественном уровне среду растворов.

В другом задании (23), направленном на проверку сформированности умения характеризовать состояние химического равновесия, экзаменуемым предлагается таблица, включающая сведения о концентрации реагентов в исходный момент и в равновесном состоянии.

В данном задании от экзаменуемых требуется проанализировать приведённые в таблице данные о концентрациях веществ на различных этапах протекания обратимой реакции и провести необходимые расчёты недостающих данных. Приведём пример решения данного задания.

Как можно заметить, в таблице, представленной в условии задания, пропущено три значения концентраций.

Значение исходной концентрации оксида серы(VI) ($\text{SO}_{3(\text{исх})}$) можно определить, исходя из общей логики протекания процесса: в начальный момент реакции концентрация продукта реакции равна 0, так как исходные вещества ещё не прореагировали.

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

Концентрация (молярная, моль/л) — показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») — водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала pH водных растворов электролитов



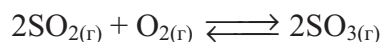
- 21** Для веществ, приведённых в перечне, определите среду их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

- 1) Na_2SO_4
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- 3) K_2SO_3
- 4) HClO_3

Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

Ответ: → → →

- 23** В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе



установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию кислорода и равновесную концентрацию оксида серы(IV).

Реагент	SO_2	O_2	SO_3
Исходная концентрация, (моль/л)	0,6		
Равновесная концентрация, (моль/л)		0,3	0,4

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,3 моль/л
- 4) 0,4 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Пример 1

В таблице приведена растворимость бромиды калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре.

Температура, °C	10	20	30	40	60	80	100
Растворимость, г на 100 г воды	60	65	71	76	86	95	103

Определите, сколько граммов бромиды калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80°C раствора до температуры 20°C. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

Для дальнейшего решения целесообразно сделать предположение о том, что объём реактора равен 1 л. Тогда из уравнения реакции следует, что:

$n(\text{SO}_2 \text{ прореагировало}) = n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,4 \text{ моль}$

А так как на начальном этапе реакции количество вещества оксида серы(IV) было 0,6 моль, то можно вычислить $n(\text{SO}_2)$ в состоянии равновесия:

$n(\text{SO}_2 \text{ осталось}) = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль}$

$Y = 0,2 \text{ моль/л}$ — ответ 2.

Для понимания количества вещества кислорода на начальном этапе реакции (исходного) следует определить, сколько кислорода прореагировало. Это можно сделать также по уравнению реакции.

$n(\text{O}_2 \text{ прореагировало}) = 0,5n(\text{SO}_3 \text{ образовалось}) = 0,2 \text{ моль}$

Следовательно, $n(\text{O}_2 \text{ было}) = 0,3 + 0,2 = 0,5 \text{ моль}$

Таким образом, $X = 0,5 \text{ моль/л}$ — ответ 5.

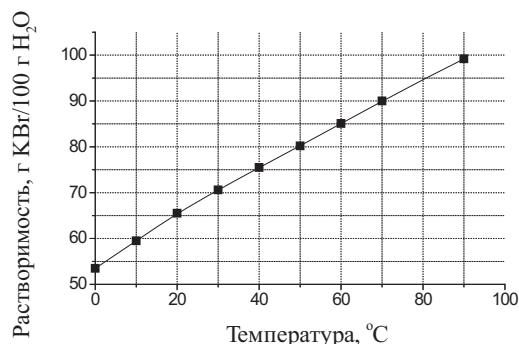
Из представленного решения следует, что задание не предполагает сложных арифметических расчётов. Главным образом, от экзаменуемых потребуются продемонстрировать сформированность умения использовать информацию о количественных соотношениях веществ, отражаемых с помощью коэффициентов в уравнении химической реакции.

Так, в качестве возможных вариантов для ЕГЭ 2023–24 гг. могут служить следующие примеры заданий 1 и 2.

Приведённая зависимость растворимости от температуры может быть представлена не в форме таблицы, а с помощью графика, как, например, в следующем задании.

Пример 2

На графике приведена растворимость бромиды калия (в граммах KBr на 100 г воды) при различной температуре. Определите, сколько граммов бромиды калия выпадет в осадок при охлаждении 250 г насыщенного при 80°C раствора до температуры 19°C.



Предлагаемый акцент на контроле компонентов функциональной (естественнонаучной и читательской) грамотности является продолжением ранее начатой работы по совершенствованию КИМ в аспекте контроля достижения метапредметных результатов обучения. При этом содержательной основой заданий остаётся система химических знаний, которая является важнейшей составляющей успешного обучения в профильных вузах.

В качестве перспективы дальнейших изменений в КИМ ЕГЭ 2023–24 гг. можно обозначить дальнейшее усиление компетентностной и практико-ориентированной направленности заданий. Не менее значимым является сохранение внимания к метапредметным умениям и информационной грамотности. Для реализации этих направлений возможно включение новых заданий в часть 2 экзаменационного варианта.