



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки  
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

**Д.Ю. Добротин, Е.Н. Зеня, М.Г. Снастина**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
для учителей, подготовленные  
на основе анализа типичных ошибок  
участников ЕГЭ 2024 года**

**по ХИМИИ**

Москва, 2024

Основной целью ЕГЭ является дифференциация экзаменуемых по уровню их образовательной подготовки по химии. В соответствии с данной целью экзаменационные варианты были разработаны таким образом, чтобы обеспечить разноуровневую проверку достижения требований ФГОС среднего общего образования базового и углубленного уровней.

При отборе материала также было учтено требование единообразного подхода к научной интерпретации изучаемого в рамках школьного курса химии. Спорные вопросы курса химии или содержание, не имеющее однозначной научной трактовки, не включены в экзаменационные варианты.

Учебный материал, на базе которого строятся задания экзаменационных вариантов, отбирается по признаку полноты охвата основных разделов школьного курса химии, востребованности при продолжении образования в вузе.

Содержание заданий разработано по основным темам школьного курса химии, объединенным в пять блоков/линий:

1) *Теоретические основы химии*: современные представления о строении атома, Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, химическая связь и строение вещества, многообразие и особенности протекания химических реакций;

2) *Основы неорганической химии*: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов;

3) *Основы органической химии*: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов;

4) *Химия и жизнь*: экспериментальные основы химии, общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ;

5) *Типы расчетных задач*.

Количество заданий, включенных в названные выше блоки, определено с учетом следующих факторов: а) объем материала данного блока в школьном курсе; б) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала на базовом и повышенном уровнях; в) требования к планируемым результатам обучения – предметным знаниям, предметным умениям и видам учебной деятельности.

Задания по указанным содержательным блокам различались по форме предъявления условия и виду требуемого ответа, а также по уровню сложности.

В КИМ ЕГЭ включены задания трех уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Задания *базового уровня сложности*, как правило, ориентированы на проверку усвоения одного или двух элементов содержания. Однако это не означает, что их следует отнести к категории легких, так как выполнение любого из них предполагает обязательный и тщательный анализ условия задания, применения системных знаний и сформированных умений, а также продумывание алгоритма решения.

Задания *повышенного уровня* предусматривают выполнение большего разнообразия мыслительных операций, в том числе применение знаний в обновленной ситуации, демонстрацию умений систематизировать и обобщать полученные знания. В экзаменационной работе предложен только один вид этих заданий – *на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах*.

Задания *высокого уровня сложности* предназначены для проверки сформированности таких мыслительных умений, как: *устанавливать* причинно-следственные связи между отдельными элементами знаний (например, между составом, строением и свойствами веществ), *формулировать* ответ в определенной логике с аргументацией сделанных выводов и заключений. Задания данного уровня представлены в виде заданий с развернутым ответом. Одной из главных особенностей данных заданий

является комплексная проверка усвоения на углубленном уровне двух и более элементов из различных содержательных блоков. Именно такой подход к построению заданий обеспечивает высокую дифференцирующую способность, не выходя за рамки действующей нормативной базы. Кроме того, алгоритм решения тренировочных заданий невозможно автоматически применить к заданию экзаменационного варианта, так как каждое из них имеет индивидуальный алгоритм решения с учетом конкретных данных в условии задания.

Обратим особое внимание на еще одну особенность заданий ЕГЭ по химии: большое значение при их выполнении играют универсальные учебные действия (УУД), которые являются основным компонентом метапредметных результатов ФГОС. При выполнении большинства заданий востребованы умения анализировать и сравнивать, классифицировать и обобщать, демонстрировать навыки читательской грамотности работать с информацией, представленной в различной форме.

Большое внимание при конструировании заданий было также направлено на проверку химических знаний, формируемых в процессе экспериментальной деятельности, и оценивание прикладных знаний.

Важную роль в экзаменационных вариантах играют расчетные задачи. Для их решения от экзаменуемых требовалось продемонстрировать умения не только работать с количественными данными и использовать формулы, отражающие взаимосвязь физических величин, но и осуществлять математические расчеты с использованием переменных. Такое разнообразие видов контролируемой деятельности существенно снижает эффективность «натаскивания» на определенные формулировки заданий и усиливает способность заданий дифференцировать экзаменуемых по уровню их подготовки.

В КИМ ЕГЭ 2024 г. сохранено общее количество заданий в варианте (34), а также их количественное распределение по частям работы: в часть 1 включено 28 заданий, в часть 2 – 6 заданий.

КИМ ЕГЭ по химии 2024 г. по своей структуре и содержанию контролируемого материала являются преемственными по отношению к экзаменационным материалам 2023 г.

В 2024 г. в основном периоде ЕГЭ по химии приняло участие около 86 тыс. человек.

Как и в 2023 г., 19 % участников экзамена не преодолели минимальный балл. Средний тестовый балл составил 56,5. Около 20 % участников экзамена показали результаты в диапазоне 81–100 баллов.

Рассмотрим результаты выполнения заданий части 1 экзаменационной работы по соответствующим блокам.

Освоение теоретического материала содержательного блока ***«Теоретические основы химии: современные представления о строении атома, Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева, химическая связь и строение вещества, многообразие и особенности протекания химических реакций»*** проверялось заданиями базового и повышенного уровней сложности.

Большинство элементов содержания данного теоретического блока успешно освоено экзаменуемыми – средний процент выполнения заданий – более 65 %:

- особенности строения энергетических уровней атомов (*s*-, *p*-, *d*-элементов), основное и возбужденное состояния атомов, электронная конфигурация атома. Валентные электроны (76 %);
- закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам (72 %);
- электроотрицательность, валентность, степень окисления (68 %);
- окислительно-восстановительные реакции (76 %);
- электролиз расплавов и растворов солей (73 %);

- гидролиз солей, водородный показатель (рН) раствора (71 %);
- обратимые реакции; факторы, влияющие на состояние химического равновесия; принцип Ле Шателье (58 %).

Менее успешно выполнены задания, которые проверяли следующие элементы содержания данного блока:

- виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) и механизмы ее образования, вещества молекулярного и немолекулярного строения, типы кристаллических решеток (56 %);
- химическая реакция, классификация химических реакций в неорганической и органической химии (47 %);
- скорость реакции, ее зависимость от различных факторов (60 %).

Условия этих заданий предусматривают учет и анализ нескольких критериев при поиске ответа. Именно эта особенность заданий, вероятнее всего, явилась причиной затруднений экзаменуемых. Приведем пример задания линии 4.

### *Пример 1*

Из предложенного перечня выберите два вещества с ионной кристаллической решёткой, в которых присутствует ковалентная полярная связь.

- 1)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 2)  $\text{NaNO}_3$
- 3)  $\text{CH}_3\text{OH}$
- 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 5)  $\text{CaF}_2$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

1	2
---	---

Ход рассуждений экзаменуемых должен быть следующим. Вначале нужно определить вещества, которые соответствуют первому критерию – наличие ионной связи. Для этого надо актуализировать знания о качественном составе веществ с ионной связью – наличие атомов металлов или иона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ). Вещества, отвечающие указанным требованиям, представлены под номерами 1, 2, 5. Далее из выбранных веществ надо оставить те, в которых присутствует ковалентная полярная связь, то есть связь между атомами неметаллов с различной электроотрицательностью; это вещества под номерами 1 и 2. На этом этапе очень помогает умение составлять структурные формулы веществ как органических, так и неорганических. Очевидно, что в веществе  $\text{CaF}_2$  (под номером 5) атомы фтора не связаны между собой, то есть ковалентная связь отсутствует.

Особенность условий заданий следующих примеров (2 и 3) в том, что не указано количество позиций в ответе. Поэтому экзаменуемым необходимо было проверить соответствие каждой позиции требованиям условия задания.

### Пример 2

Из предложенного перечня выберите **все** типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие ацетилена с водородом.

- 1) реакция гидратации
- 2) реакция гидрирования
- 3) окислительно-восстановительная реакция
- 4) реакция присоединения
- 5) реакция замещения

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 234.

Условию задания соответствуют три позиции из приведенных вариантов (234), но более 30 % выполнявших это задание указали только две позиции. Около 20 % учащихся неверно назвали реакцию гидратацией. Почти 30 % не учли, что эта реакция протекает с изменением степеней окисления элементов. Безусловно, при выполнении заданий с неопределенным количеством позиций в ответе от учащихся требуется тщательный анализ каждой позиции на соответствие условию задания и обязательная проверка полученного ответа. Совсем нелишним будет и написание уравнения реакции, о которой идет речь в условии задания. Это поможет более точно определить типы реакций и проверить полученный ответ.

### Пример 3

Из предложенного перечня выберите **все** реакции, которые при одинаковых температуре и концентрации кислот протекают с большей скоростью, чем взаимодействие оксида цинка с раствором уксусной кислоты.

- 1) взаимодействие оксида цинка с соляной кислотой
- 2) взаимодействие оксида цинка с раствором масляной кислоты
- 3) взаимодействие растворов сульфида натрия и уксусной кислоты
- 4) взаимодействие растворов гидроксида натрия и уксусной кислоты
- 5) взаимодействие растворов гидроксида бария и азотной кислоты

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 1345.

Только 34 % экзаменуемых смогли дать полный ответ на это задание. Данное задание проверяет усвоение такого элемента содержания, как зависимость скорости реакции от различных факторов. Фактором, от которого зависит скорость каждой из названных реакций, является природа реагирующих веществ. Экзаменуемые должны были проанализировать с этой точки зрения каждую реакцию. Так, реакции под номерами 3, 4, 5 являются реакциями ионного обмена, которые протекают между ионами с высокой скоростью. В реакции под номером 1 участвует соляная кислота, которая является более сильной, чем уксусная кислота, поэтому реакция 1 также будет протекать с более высокой скоростью. Затруднения учащихся в применении теоретических знаний в конкретной ситуации приводят к неполному или неверному ответу.

Усвоение элементов содержания блока **«Основы неорганической химии: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»** проверялось в части 1

экзаменационной работы с помощью заданий базового и повышенного уровней сложности, а именно заданий линий 5–9.

Наиболее успешно (средний процент выполнения – 69 %) были выполнены задания повышенного уровня сложности, с помощью которых проверялись знания химических свойств веществ-электролитов в реакциях ионного обмена (задания линии б). Условие задания по форме и содержанию сохранялось неизменным в течение последних нескольких лет. Этот элемент содержания учащиеся начинают изучать в курсе 9 класса, поэтому они хорошо овладели соответствующими теоретическими знаниями и уверенно применяют их в различных ситуациях конкретных заданий.

Задание 5 базового уровня сложности, ориентированное на проверку умения классифицировать неорганические вещества по их формулам и названиям, выполнено экзаменуемыми менее успешно (средний процент выполнения – 60 %). Это связано с тем, что в каждом задании используются тривиальные названия веществ, которые изучались в курсе химии как в основной, так и в старшей школе. Так, к примеру, более 16 % экзаменуемых не знают тривиального названия гидроксида кальция – гашеная известь, около 5 % экзаменуемых ошибочно указали угарный газ как солеобразующий оксид.

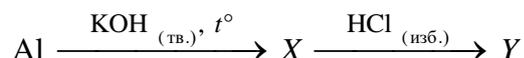
Задания повышенного уровня сложности с порядковым номером 7 вызвали наибольшие затруднения у экзаменуемых (средний процент выполнения – 44 %). Эти задания проверяют знания химических свойств неорганических веществ различных классов. Выполнение заданий требует от учащихся комплексного применения следующих умений: определить класс вещества, характеризовать его свойства как представителя данного класса, а также специфические свойства, например, связанные с окислительно-восстановительной активностью вещества.

Более успешно (средний процент выполнения – 52 %) были выполнены задания линии 8, проверяющие тот же элемент содержания, потому что в условиях этих заданий были предложены варианты как исходных веществ, так и продуктов их взаимодействия.

Достаточно успешно экзаменуемые справились с заданиями линии 9, проверяющими знание генетической связи неорганических веществ (средний процент выполнения – 55 %). Тем не менее отметим некоторые причины, приводящие к неверному ответу. Так, при выполнении этих заданий необходимо было учитывать не только свойства веществ, но и условия протекания заданных последовательных превращений.

#### Пример 4

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1)  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 2)  $\text{AlCl}_3$
- 3)  $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
- 4)  $\text{KAlO}_2$
- 5)  $\text{Al}(\text{OH})_3$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ: 

X	Y
4	2

При выполнении этого задания более 30 % экзаменуемых допустили ошибку в определении вещества X, так как не учли того, что реакция протекает при сплавлении, как указано в условии задания. Еще 12 % экзаменуемых выбрали в качестве вещества Y гидроксид алюминия, потому что не обратили внимания на указание избытка кислоты

в условии. Надо отметить, что реакции, предусмотренные условием этого задания, изучаются начиная с 9 класса и являются базовыми элементами содержания курса неорганической химии.

Освоение материала содержательного блока «*Основы органической химии: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов*» в части 1 экзаменационной работы проверялось заданиями базового и повышенного уровней сложности. Результаты выполнения заданий следующие:

- представление о классификации органических веществ, номенклатура органических соединений (систематическая) и тривиальные названия важнейших представителей классов органических веществ (базовый уровень, средний процент выполнения 67%);

- основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова, кратность химической связи,  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи, гибридизация орбиталей атомов углерода, гомологи, изомерия и изомеры, понятие о функциональной группе (базовый уровень; средний процент выполнения – 61 %);

- химические свойства углеводов, химические свойства кислородсодержащих соединений (повышенный уровень; средний процент выполнения 43 %);

- химические свойства жиров, характерные химические свойства аминов, аминокислоты и белки (базовый уровень; средний процент выполнения – 52 %);

- химические свойства углеводов, свободнорадикальный и ионный механизмы реакции, понятие о нуклеофиле и электрофиле, правило Марковникова, правило Зайцева (повышенный уровень; средний процент выполнения – 52 %);

- характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров; важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений (повышенный уровень; средний процент выполнения – 51 %);

- генетическая связь между классами органических соединений (повышенный уровень; средний процент выполнения – 58 %).

Отметим, что среди заданий базового уровня наиболее низкий средний процент выполнения имеют задания, которые проверяли знания свойств кислородсодержащих и азотсодержащих соединений. Приведем пример подобного задания.

#### *Пример 5*

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми пропиламин **не взаимодействует**.

- 1) фосфорная кислота
- 2) кислород
- 3) гидроксид бария
- 4) хлороводород
- 5) водород

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 

3	5
---	---

Более 20 % экзаменуемых ошибочно выбрали ответ под номером 1 – фосфорную кислоту. Это указывает на недостаточно прочные знания свойств аминов. Еще 6 % экзаменуемых неверно указали в ответе номера 1 и 2, что позволяет сделать предположение о невнимательном прочтении условия задания – выбраны вещества, которые реагируют с аминами.

Задания повышенного уровня сложности, проверяющие знание свойств органических веществ, были выполнены менее успешно (средний процент выполнения – 52), чем аналогичные по форме предъявления условия задания на свойства неорганических веществ. Также отметим низкую успешность выполнения (43 %) заданий, условие которых предполагает сравнение свойств веществ. Приведем пример такого задания.

#### Пример 6

Из предложенного перечня выберите **все** вещества, с которыми вступают в реакцию как пропан, так и глицерин.

- 1) кислород
- 2) хлороводород
- 3) перманганат калия (р-р)
- 4) бром (водн.)
- 5) азотная кислота

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Около 20 % экзаменуемых ошибочно указали в ответе номер 4 – бром; еще более 10 % указали номер 3 – перманганат калия, что указывает на недостаточно прочные знания свойств этих веществ.

Задания, проверяющие освоение содержания теоретического материала, относящегося к блоку *«Химия и жизнь: экспериментальные основы химии, общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ»*, наиболее разнообразны по содержанию и проверяют материал как неорганической, так и органической химии.

Задания линии 24 повышенного уровня сложности проверяли умение идентифицировать неорганические и органические вещества с помощью качественных реакций. Эти задания по сути являются мысленным экспериментом, который моделирует практические работы по решению экспериментальных задач на распознавание веществ.

#### Пример 7

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТ
А) $Mg(OH)_2$ и $Zn(OH)_2$	1) $NaCl$
Б) $NaOH$ (р-р) и $Ba(OH)_2$ (р-р)	2) $HNO_3$
В) $Sr(OH)_2$ (р-р) и $K_3PO_4$ (р-р)	3) $CaF_2$
Г) $Ba(OH)_2$ (р-р) и $K_3PO_4$ (р-р)	4) $K_2SO_4$
	5) $KOH$ (конц.)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В	Г
5	4	4	4

Среди учащихся с сильной подготовкой практически все справились с этим заданием (93 %). Это позволяет судить о хорошо сформированных экспериментальных умениях этих выпускников. Среди экзаменуемых со слабой подготовкой только около 4 % смогли выполнить это задание. Выполнение этого задания предусматривает: применение

знаний о свойствах исходных веществ и умение прогнозировать продукты их взаимодействия; осуществлять анализ качественного состава веществ; знание качественных реакций на неорганические ионы, входящие в состав веществ.

Среди заданий базового уровня сложности наиболее низкий средний процент выполнения экзаменуемые показали при решении задания 25, проверяющего знания о способах получения веществ, областях их применения, классификации волокон и др. Особую сложность вызывают задания, проверяющие знания о промышленных способах получения веществ.

#### Пример 8

Установите соответствие между процессом и аппаратом химического производства, в котором этот процесс происходит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПРОЦЕСС	АППАРАТ
А) получение натрия	1) ректификационная колонна
Б) перегонка нефти	2) доменная печь
В) получение гидроксида натрия	3) электролизёр
	4) колонна синтеза

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б	В
3	1	3

Даже экзаменуемые с сильной подготовкой выполнили это задание с успешностью 50 %. А в группе со слабой подготовкой средний процент выполнения крайне низкий – 0,75.

В часть 1 экзаменационной работы включены четыре задачи, проверяющие различные *типы расчетов* (таблица 1).

Таблица 1

Задание	Тип расчетов	Средний процент выполнения
23	Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ	81
26	Расчет массовой доли вещества в растворе	61
27	Расчет теплового эффекта (по термохимическим уравнениям), расчеты объемных отношений газов при химических реакциях	71
28	Расчет массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного	42

Как видно по данным выполнения заданий, наиболее низкую успешность экзаменуемые показали при решении заданий линии 28. Один из этапов решения этих задач включает в себя расчет количества вещества по уравнению реакции (использование пропорциональной зависимости между веществами – участниками реакции). Вероятно, с этим этапом справляются многие выпускники, так как тот же самый этап они выполняют успешно в заданиях 23 и 27. А другой этап рассуждений и расчетов – вычисление процента от числа или числа по его проценту – вызывает затруднения у многих выпускников. Этот вывод подтверждает также и сравнительно низкий процент

выполнения задания 26. Эти факты говорят о недостаточно сформированной математической грамотности выпускников.

В часть 2 экзаменационной работы включены задания 29–34 *с развёрнутым ответом высокого уровня сложности*. Выполнение этих заданий предполагало применение экзаменуемыми теоретических знаний нескольких элементов содержания из разных тем курса химии, а также комплекса различных умений.

По уровню подготовки экзаменуемых можно условно разделить на четыре группы. Выпускники с различной подготовкой показали следующие средние результаты выполнения этих заданий (таблица 2).

Таблица 2

Задание	Средний процент выполнения	Процент выполнения группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки			
		группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
29	42	0,8	18	62	92
30	45	2,3	29	63	89
31	42	1,6	19	61	93
32	39	0,5	12	59	93
33	37	0,8	11	53	94
34	11	0,01	0,5	6,3	47

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о следующем: даже выпускники со слабой подготовкой приступают к выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом. Однако умением составлять ионные уравнения реакций между электролитами с учетом указанных признаков реакции владеют лишь некоторые выпускники со слабой и с удовлетворительной подготовкой. Некоторые выпускники из этих групп также могут выбрать вещества для участия в окислительно-восстановительной реакции и показать механизм этой реакции (электронный баланс), составить отдельные уравнения реакций, иллюстрирующие генетическую связь неорганических и органических веществ.

Выпускники с хорошей и отличной подготовкой вполне уверенно справились практически со всеми заданиями части 2 экзаменационной работы. Следовательно, у них прочно сформирована система теоретических знаний, а также они владеют необходимыми умениями по применению этих знаний в системе в соответствии с условиями заданий.

Наряду с этим выделим задания линии 34, которые вызвали затруднения даже у наиболее подготовленных выпускников. Выполнение этих заданий требовало от экзаменуемых не только прочных химических знаний, но и умений выстроить порядок рассуждений, произвести соответствующие расчеты, иногда составить систему математических уравнений, показывающих зависимость между заданными физическими величинами. Отметим, что для выпускников из групп 1 и 2, эти задания оказались практически невыполнимыми.

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом все экзаменуемые были распределены по четырем группам (таблица 3).

Таблица 3

Группы экзаменуемых	Первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
Группа 1	от 0 до 10	от 0 до 35	17,8
Группа 2	от 11 до 29	от 36 до 60	35,8
Группа 3	от 30 до 45	от 61 до 80	26,0
Группа 4	от 46 до 56	от 81 до 100	20,4

На рисунке 1 показано распределение групп баллов в процентах от общего числа участников. На рисунках 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развернутым ответом) соответственно каждой группой участников ЕГЭ 2024 г.

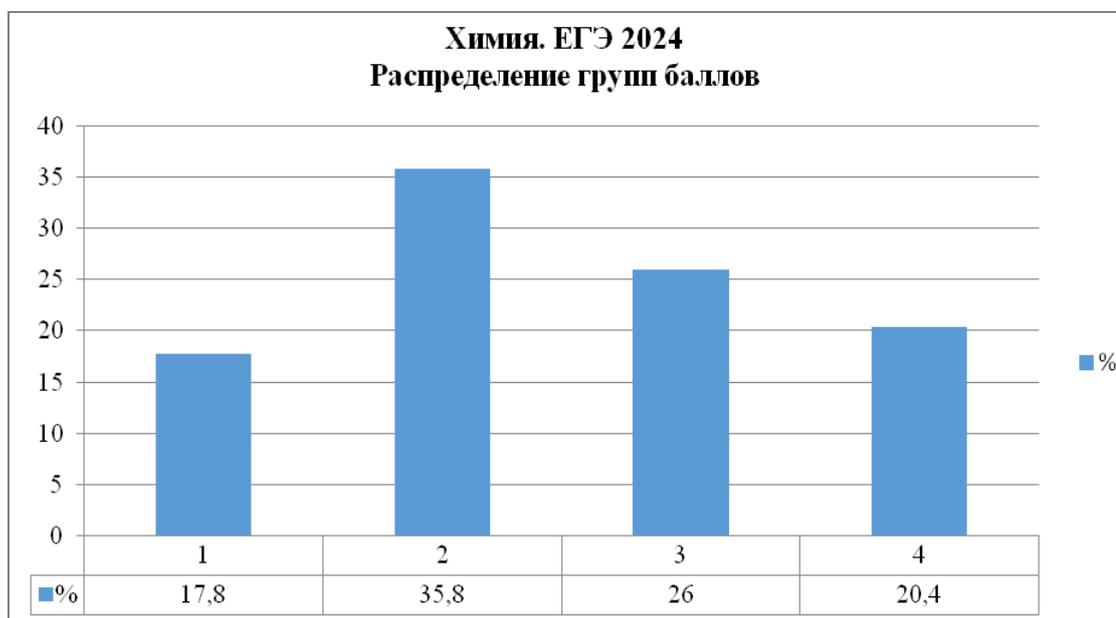


Рисунок 1



Рисунок 2

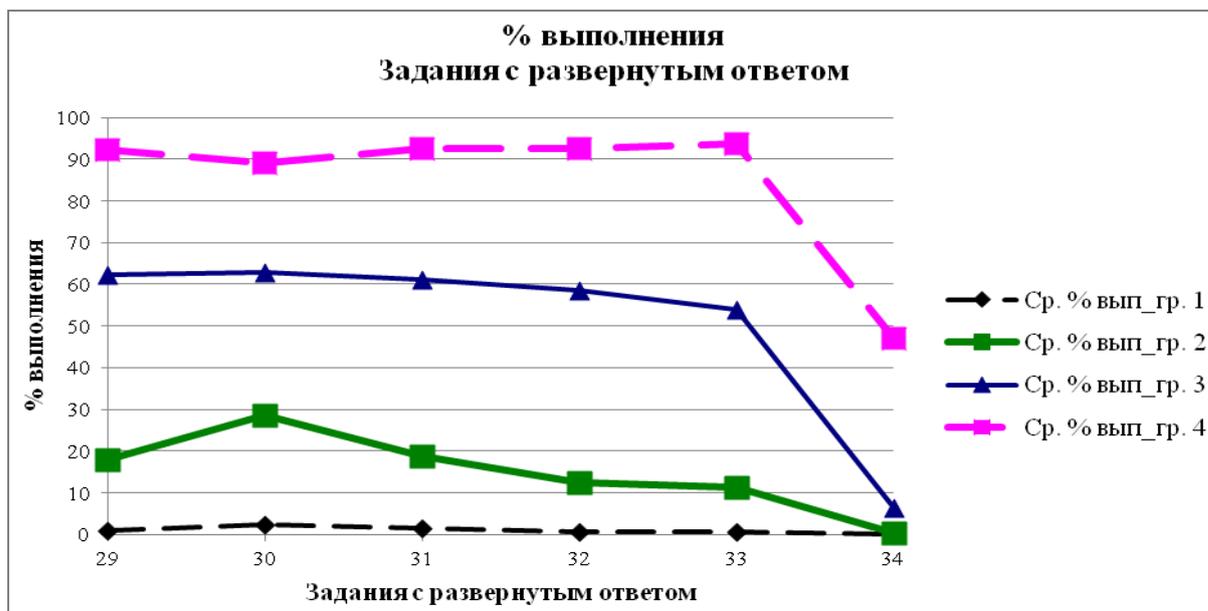


Рисунок 3

**Группа 1** – низкий уровень подготовки; экзаменуемые, которые не набрали минимальный балл (первичный балл: 0–10; тестовый балл: 0–35).

Данные рисунка 2 показывают, что результаты выполнения заданий с кратким ответом экзаменуемых из этой группы крайне низкие. Можно отметить лишь четыре задания, которые эти экзаменуемые выполнили более успешно – выше 30 %, чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания линий 1, 2, 3 и 23 базового уровня сложности, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

- строение вещества, современная модель строения атома, распределение электронов по энергетическим уровням, классификация химических элементов, особенности строения энергетических уровней атомов (*s*-, *p*-, *d*-элементов), основное и возбужденное состояния атомов, электронная конфигурация атома, валентные электроны (задание 1; средний процент выполнения – 48,5 %);

- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева; физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева; причины и закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам; закономерности в изменении свойств простых веществ, водородных соединений, высших оксидов и гидроксидов (задание 2; средний процент выполнения – 43,5 %);

- валентность, электроотрицательность, степень окисления (задание 3; средний процент выполнения – 30,7 %);

- обратимые реакции, химическое равновесие; расчет массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ; расчеты с использованием понятия «молярная концентрация» (задание 23; средний процент выполнения – 35,5 %).

Отметим, что данные проверяемые элементы содержания изучались экзаменуемыми в курсе химии основной и средней школы. Задания 1, 2, 3 соответствуют базовому уровню сложности, а задание 23 – повышенному уровню. Выполняя эти задания, учащиеся продемонстрировали овладение теорией строения атома и такими умениями, как: определять валентность, степень окисления химических элементов; понимать смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений; объяснять зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; характеризовать *s*-, *p*-

и *d*-элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; проводить вычисления по химическим уравнениям в равновесных системах.

При выполнении заданий 1, 2 и 3 от экзаменуемых требовалось осуществление небольшого количества мыслительных операций таких как: сравнение и конкретизация, анализ и обобщение. Тенденция относительно успешного выполнения указанных заданий этой группой экзаменуемых сохраняется из года в год, что обусловлено многократной отработкой данных умений на всех этапах изучения курса химии.

Выполнение задания 23 повышенного уровня сложности требовало наличия у экзаменуемого умений анализировать информацию и проводить расчеты концентраций веществ в равновесной системе, действуя по несложному алгоритму. Следует отметить, что сравнительно высокая успешность выполнения задания 23 стабильно сохраняется на протяжении трех лет. Это говорит о том, что у экзаменуемых данной группы развиты навыки проведения простейших расчетов по уравнениям химических реакций с учетом использования знакомого алгоритма.

Довольно низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали при выполнении заданий блока «Органическая химия» (задания 11–16). Средний процент выполнения заданий данного раздела в среднем не превышал 16 (с максимальным результатом 15,7 % в задании 13 и минимальными в заданиях 12 (4,3 %), 14 (2,8 %) и 15 (3,8 %)). Отметим, что изучение органических веществ в старшей школе требует от учащихся самостоятельной работы с теоретическими положениями курса, овладения языком структурных формул и сформированных навыков сравнения, систематизации и обобщения полученных теоретических знаний. Кроме того, выполнение заданий 11–16 требует понимания химического строения органических веществ и его влияния на их свойства, то есть предполагает сформированность метапредметных умений, а также образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания органической химии необходимо использовать пространственные модели молекул (в том числе привлекая видеоматериалы), структурные формулы веществ, обращая внимание на важность порядка соединения атомов в молекуле, уделять внимание влиянию «функциональной группы» на её химическое окружение. Кроме этого, необходимо использовать активные методы работы на уроке и формировать у обучающихся понимание природы взаимодействий в органической химии, обращать внимание учеников на взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ и причины проявления соединением тех или иных свойств. Именно эти умения недостаточно сформированы у экзаменуемых из группы 1. Важное место занимает и развитие мотивации обучающихся, которую можно повышать посредством усиления практической направленности материала, установления взаимосвязей химии с повседневной жизнью. Хорошей стратегией развития у обучающихся способности воспринимать информацию является метод ментальных карт и использование логико-смысловых моделей. Акцентирование учителем внимания обучающихся на ключевых аспектах изучаемого материала и их визуализация помогает более качественно усвоить этот материал, улучшить его понимание и облегчить восприятие новой информации.

Низкие результаты экзаменуемых из данной группы были продемонстрированы при выполнении заданий, связанных со следующими проверяемыми элементами содержания:

- химические свойства важнейших металлов и их соединений, общие способы получения металлов, химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (задание 7; средний процент выполнения – 6);
- идентификация неорганических соединений, качественные реакции на неорганические вещества и ионы, идентификация органических соединений, решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (задание 24; средний процент выполнения – 3,6);

- расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного, расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси) (задание 28; средний процент выполнения – 2).

Для успешного выполнения заданий 7 и 24 повышенного уровня сложности необходимо владение достаточным количеством фактологического материала, знанием причин и принципов взаимодействий в химии. Для обработки большого объема данных рекомендуется искать разнообразные формы изложения материала и предлагать дифференцированные пути его усвоения, например создавать интеллект-карты, инфографику различного рода, повышая тем самым эффективность мышления, увеличивая концентрацию внимания и способствуя пониманию изучаемых процессов вместо механического заучивания свойств.

Экзаменуемые из этой группы показали низкие результаты и при решении расчетных задач (задания 26–28 базового уровня сложности):

- расчет с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»; способы выражения концентрации растворов: массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация; насыщенные и ненасыщенные растворы, растворимость; кристаллогидраты (задание 26; средний процент выполнения – 11);

- расчет теплового эффекта реакции, расчеты объемных отношений газов при химических реакциях (задание 27; средний процент выполнения – 19,5);

- расчет массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ; расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчет массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28; средний процент выполнения – 1,3).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчетов. Формирование этого умения начинается при изучении курса химии основной школы и должно сопровождать школьника на протяжении всего периода изучения химии. 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. Расчеты теплового эффекта реакции стабильно оказываются наиболее продуктивными; по-видимому, это связано со стандартным простым алгоритмом решения подобных задач через составление пропорции. Наибольшую трудность традиционно вызывают задания линии 28: здесь требуются и подробный анализ условия, и рассмотрение химизма процесса через составление уравнения реакции, и нахождение массовой доли / массы чистого вещества и/или примесей, или нахождение/использование понятия выхода продукта реакции. При подготовке учащихся важно обращать внимание на формирование понимания ими каждого действия, которое они совершают, отрабатывая при этом на каждом этапе навыки самоконтроля. Следует анализировать исходные данные, ход решения и следить, чтобы не было противоречий со стороны смежных дисциплин – физики и математики. Задание 28 требует привлечения метапредметных компетенций, в частности читательской и математической грамотности, а также соединения мыслительных операций анализа и синтеза, навыков логического мышления. Рекомендуется обращать внимание обучающихся на ключевые фразы в тексте, расставлять акценты на химических понятиях, на которых строится задача, а также отрабатывать алгоритмы решения химических задач базового уровня сложности, реализуя дифференцированный подход, учитывающий особенности восприятия информации, разделять математическую и химическую части задачи с последующей осознанной проработкой каждого этапа решения. При обучении способом решения химических задач

целесообразно использовать парную форму работы, само- и взаимооценивание. Необходимо обратить внимание на развитие таких математических навыков, как выполнение арифметических расчётов, составление пропорций и решение уравнений, а также соблюдение правил округления чисел. Умение решать задачи данного типа должно быть доведено до автоматизма, а этого можно добиться лишь путем систематической работы и многократной отработки алгоритмов решения, в рамках которой учащиеся осуществляют сложную мыслительную деятельность, осознавая наличие в ней содержательной (аналитической) и деятельной составляющих.

Некоторые экзаменуемые из этой группы приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом (часть 2). Формулировки данных 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 максимальные баллы удалось лишь единицам по отдельным заданиям (таблица 4). Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми с низким уровнем подготовки (группа 1), представлены в таблице 4.

Таблица 4

Задание	Средний % выполнения задания	Баллы за выполнение задания / доля участников (%)				
		1	2	3	4	5
29	0,83	0,88	0,39	–	–	–
30	2,3	1,9	1,3	–	–	–
31	1,6	4,1	0,78	0,17	0,07	–
32	0,51	1,2	0,39	0,15	0,03	0,01
33	0,76	2,1	0,07	0,01	–	–
34	0,01	0,04	0,01	0	0	–

Заметим, что даже задание 30, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращенного ионных уравнений реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить только 2,3 % экзаменуемых из этой группы. Это умение формируется в курсе основной школы и является также объектом проверки во время основного государственного экзамена.

Существенные затруднения вызывает также задание 31, связанное с применением мысленного эксперимента и последующим переводом его на язык уравнений химических реакций. Большинство экзаменуемых записали правильно уравнение только одной химической реакции из четырех описанных.

Отметим, что при выполнении задания 33 некоторые экзаменуемые смогли выполнить вычисления и на их основе установить молекулярную формулу органического вещества. Но установить структуру вещества на основании его известных химических свойств и написать требуемое уравнение реакции с участием этого вещества подавляющему большинству из этой группы не удалось.

Из приведенных данных следует, что подавляющее большинство экзаменуемых этой группы не смогло набрать более 10 баллов необходимых для успешной сдачи экзамена. Данный факт свидетельствует о необходимости усиления предметной подготовки экзаменуемых из этой группы.

Важной составляющей предметной подготовки должна стать работа по отработке сквозных линий курса химии: «Строение вещества», «Реакции в растворах электролитов», «Окислительно-восстановительные реакции», «Химические свойства основных классов неорганических веществ», «Химические свойства основных классов/групп органических веществ». При этом основное внимание следует направить на формирование базовых понятий, востребованных при изучении вышеназванных тем.

Теоретическую подготовку необходимо осуществлять в деятельностном формате, предусматривающем выполнение разнообразных заданий, а также включение учащихся в практическую деятельность. Максимально значимым в этом аспекте становится систематическое проведение химического эксперимента в таких формах, как лабораторная и практическая работы, в сочетании с другими наглядными средствами обучения химии (демонстрационный эксперимент, работа с моделями молекул и кристаллических решеток, видеоматериалы, виртуальные лаборатории и др.). Таким образом, теоретический материал должен преподаваться в тесной взаимосвязи с химическим экспериментом.

Для формирования читательской грамотности необходима систематическая работа по развитию навыков понимания прочитанного, умения выделять главную и избыточную информацию, выполнять смысловое свертывание выделенных фактов и мыслей, представлять информацию в сжатой форме (в виде плана, тезисов или схемы) и в наглядно-символической форме, овладевать основами смыслового чтения текста при работе с информацией любого типа.

Для систематизации знаний по каждому элементу содержания курса химии сначала необходимо использовать задания различного формата: заданий, требующих повторения теоретических положений, написания определений изученных понятий, составления уравнений химических реакций, определения степени окисления химических элементов и т.п.; заданий с выбором одного ответа из четырех и более 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 аналогичные тем, что используются в экзаменационных вариантах. Целесообразно также включать в учебный процесс практико-ориентированные, межпредметные задания, а также задания по естественнонаучной грамотности. Следует избегать выполнения однотипных, «шаблонных» заданий, влекущего «натаскивание» на решение задач определенного формата, в то время как залогом успеха на экзамене является развитие гибкого и критического мышления, а также навыков переноса знаний из теоретических ситуаций в реальный жизненный контекст.

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 они не проявили должную ответственность при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене, поэтому немаловажным является раннее выявление дефицитов в образовательной подготовке в целях последующей корректировки, развитие у обучающихся навыков самоконтроля за динамикой в освоении материала, прорешивание разнообразных заданий, типология которых выходит за рамки формата ЕГЭ, работа над формированием положительной мотивации к изучению предмета, в том числе посредством посещения Дней открытых дверей в высших учебных заведениях, установление связи химии с повседневной жизнью в урочной и во внеурочной деятельности, организация системы дополнительного образования, занятие проектно-исследовательской деятельностью и др.

**Группа 2** – *удовлетворительная подготовка (первичный балл: 11–29; тестовый балл: 36–60).*

Наиболее продуктивно (средний процент выполнения – 60 %) экзаменуемыми из данной группы были выполнены задания 1, 2, 6, 19, 20, 21, 23, 27, с помощью которых проверяют усвоение следующих элементов содержания:

- строение вещества, современная модель строения атома, распределение электронов по энергетическим уровням, классификация химических элементов, особенности строения энергетических уровней атомов (*s*-, *p*-, *d*-элементов), основное и возбужденное состояния атомов, электронная конфигурация атома, валентные электроны (задание 1; средний процент выполнения – 72 %);

- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева; физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева; причины и закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам; закономерности в изменении свойств простых веществ, водородных соединений, высших оксидов и гидроксидов (задание 2; средний процент выполнения – 69 %);

- электролитическая диссоциация; сильные и слабые электролиты; среда водных растворов веществ: кислая, нейтральная, щелочная; степень диссоциации; реакции ионного обмена; химические свойства важнейших металлов и их соединений; общие способы получения металлов; химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (задание 6; средний процент выполнения – 62 %);

- окислительно-восстановительные реакции, поведение веществ в средах с различным значением рН, методы электронного баланса (задание 19; средний процент выполнения – 76,5 %);

- электролиз расплавов и растворов солей (задание 20; средний процент выполнения – 69 %);

- гидролиз солей, ионное произведение воды, водородный показатель (рН) раствора (задание 21; средний процент выполнения – 69 %);

- обратимые реакции; химическое равновесие; расчет массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ; расчеты с использованием понятия «молярная концентрация» (задание 23; средний процент выполнения – 82,5 %);

- расчет теплового эффекта (по термохимическим уравнениям), расчеты объемных отношений газов при химических реакциях (задание 27; средний процент выполнения – 69 %).

Представленные выше результаты свидетельствуют о том, что у экзаменуемых из данной группы успешно сформированы следующие умения: характеризовать строение электронных оболочек атомов; определять число неспаренных электронов в атомах; сравнивать строение атомов между собой; оценивать свойства химических элементов и их соединений в зависимости от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; выделять характерные признаки понятий «электролиты» и «неэлектролиты», «электролитическая диссоциация», «химическое равновесие»; выявлять взаимосвязи этих понятий, применять основные положения теории электролитической диссоциации, кислот и оснований для анализа свойств веществ; характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов и сущность реакций электролитической диссоциации, ионного обмена; определять степень окисления химического элемента, процессы окисления и восстановления; применять принципы электролиза водных растворов и расплавов солей, щелочей, кислот; понимать явление гидролиза солей и давать качественную оценку величине рН в водных растворах электролитов; проводить расчеты концентраций участников реакций в равновесных системах; проводить расчеты по термохимическим уравнениям.

Низкие результаты (средний процент выполнения – менее 40 %) экзаменуемых из данной группы продемонстрированы при выполнении заданий блока «Органическая химия» (задания 11–15) с минимальным процентом (21 %) в случае задания 12 и максимальным (48 %) – задания 11. Задание 16 данного блока, проверяющее понимание генетической связи органических соединений, выполнено сравнительно успешно (40 %). Особенностью задания 12, проверяющего знание свойств и способов получения органических соединений, является неизвестное количество правильных ответов. Таким образом, можно сделать вывод о недостаточном уровне сформированности у экзаменуемых умений объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных органических веществ и характеризовать химические свойства изученных органических соединений. Рекомендуется увеличить долю заданий с открытым ответом,

чтобы дать возможность обучающимся освоить указанные умения в системе и взаимосвязи.

Подобные низкие показатели (менее 40 %) наблюдались также по результатам выполнения заданий, контролирующих усвоение следующих проверяемых элементов содержания:

- химические свойства важнейших металлов и их соединений, общие способы получения металлов, химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (задания 7 и 8; средний процент выполнения – 27,5 % и 33 % соответственно);
- химическая реакция, классификация химических реакций в неорганической и органической химии, закон сохранения массы веществ (задание 17; средний процент выполнения – 32 %);
- идентификация неорганических соединений, качественные реакции на неорганические вещества и ионы, идентификация органических соединений, решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (задание 24; средний процент выполнения – 22 %);
- расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси) (задание 28; средний процент выполнения – 21,5 %).

Умение решать задачи базового уровня сложности у экзаменуемых из этой группы сформировано недостаточно. Наибольшие трудности у них вызвали задачи, решение которых предусматривало: расчет массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ; расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчет массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, самый низкий средний процент выполнения в сравнении с другими заданиями с кратким ответом). Развитие навыков в контексте указанных элементов содержания осуществляется на протяжении всего курса химии основной и средней школы.

Задания части 2 экзаменационной работы экзаменуемые из этой группы выполнили несколько лучше, чем из группы 1. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом экзаменуемыми из группы 2 представлены в таблице 5.

Таблица 5

Задание	Средний % выполнения задания	Баллы за выполнение задания / доля участников (%)				
		1	2	3	4	5
29	18,0	7,0	14,5	–	–	–
30	28,7	9,4	24,0	–	–	–
31	18,7	22,0	11,4	6,7	2,5	–
32	12,5	11,0	8,5	5,7	2,7	1,3
33	11,4	18,8	1,8	3,9	–	–
34	0,5	1,2	0,21	0,06	0,05	–

Отметим, что за выполнение заданий 29 и 30 большее число выполнивших эти задания участников получили максимальные 2 балла. Это говорит о том, что экзаменуемые могут правильно составить уравнение окислительно-восстановительной реакции или реакции ионного обмена, руководствуясь ограниченным списком веществ и описанием качественных признаков реакции, а также продемонстрировать знание химических свойств соединений и понимание сущности протекающих реакций – составить электронный баланс окислительно-восстановительного процесса, или ионные уравнения реакции ионного обмена.

Остальные задания с развернутым ответом были выполнены с успешностью в среднем не выше 19 %. При этом надо отметить, что некоторые экзаменуемые из этой группы, которые приступили к выполнению задания 33, смогли получить 1 балл за проведение расчетов по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвинуться дальше и установить структуру вещества удалось лишь немногим.

Более разнообразный (по сравнению с предыдущей группой) набор умений позволил данной группе экзаменуемых не только успешно выполнить 10 заданий базового уровня сложности, но и набрать баллы при выполнении отдельных заданий повышенного и высокого уровней сложности. Тем не менее прослеживается корреляция между «проблемными» заданиями для экзаменуемых из группы 1 и группы 2.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что экзаменуемые с удовлетворительной подготовкой продемонстрировали усвоение некоторых ведущих теоретических понятий курса общей химии и основ неорганической химии. Но при этом ими недостаточно усвоены знания о строении и свойствах органических веществ. Слабо сформированы навыки проведения расчетов по химическим формулам и уравнениям химических реакций. Однако можно говорить о сформированности у данной группы выпускников основ химической грамотности, которая позволяет в дальнейшем продолжать изучение химии в вузах.

Сравнительно низкие результаты выполнения большинства заданий свидетельствуют о низком уровне системности знаний, недостаточном понимании взаимосвязи между строением вещества и его свойствами, что проявляется в недостаточном владении знаниями химических свойств неорганических и органических соединений, недостаточном понимании закономерностей протекания химических реакций, слабом знании признаков и условий протекания изученных процессов, основ химических производств и промышленных реакций и др.

При подготовке к экзамену для обучающихся с удовлетворительной подготовкой целесообразно использовать задания, в которых для решения требуется последовательное выполнение нескольких (трех-четырёх) мыслительных операций (анализ–синтез–сравнение–обобщение), в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ и требующее составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс или написаны ионные уравнения. Количество правильных ответов не должно быть известно школьнику: важно просить его объяснять, чем обусловлен его выбор и как он может убедиться в правильности своего ответа. Нужно использовать на уроках само- и взаимооценивание. 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. Можно предложить школьнику перевести текстовую информацию в иную форму представления, более емкую и лаконичную, облегчающую восприятие. Рекомендуется развивать навыки, необходимые для выполнения заданий, описывающих последовательность экспериментальных действий, которые нужно преобразовать в запись уравнений реакций (мысленный эксперимент). Трудность такого задания состоит в том, что школьники недостаточно хорошо разбираются в экспериментальной химии, имеют слабое представление о протекающих химических процессах и не всегда понимают смысл используемых терминов и определений. К каждой лабораторной и/или практической работе необходимо готовить лист с заданиями, направленными на формирование понимания процесса, протекающего в реакционном сосуде. Здесь необходимо также описывать наблюдения и объяснять их. Полезной будет работа с разными типами заданий (с выбором ответа, с кратким ответом, с развернутым ответом), так как она необходима для формирования понимания, что правильное выполнение задания невозможно без полного анализа его условия и выбора стратегии решения. Параллельно формируется

умение рационального использования времени, отведенного на выполнение экзаменационной работы. Комплексный подход в преподавании химии в курсах основной и средней школы и увеличение доли уроков практической направленности (планирование и осуществление химического эксперимента, анализ и оформление результатов опытов) дадут возможность усилить системность изучения материала для лучшего усвоения химических свойств веществ, качественных реакций, основ химического производства и развития навыков решения химических задач. Эффективным методом работы с данной группой учащихся может также стать использование цифровых образовательных ресурсов.

**Группа 3 – хорошая подготовка (первичный балл: 30–45; тестовый балл: 61–79).**

Большинство заданий базового уровня сложности выполнено экзаменуемыми из этой группы со средним результатом выше 70 % (рисунок 2). Это позволяет говорить о том, что ими успешно освоены знания, относящиеся ко всем содержательным блокам. Экзаменуемые 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.

Экзаменуемые 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 учетом условий их проведения и т.п.

При этом отметим сравнительно низкие результаты (менее 70 %) выполнения задания со следующими проверяемыми элементами содержания:

- химические свойства важнейших металлов и их соединений, общие способы получения металлов, химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (задание 7; средний процент выполнения – 60 %);

- химические свойства углеводородов, химические свойства кислородсодержащих соединений (задание 12; средний процент выполнения – 64 %);

- химические свойства жиров; мыла как соли высших карбоновых кислот; химические свойства глюкозы; дисахариды; восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды; гидролиз дисахаридов; полисахариды; химические свойства крахмала и целлюлозы; характерные химические свойства аминов; аминокислоты и белки; аминокислоты как амфотерные органические соединения; основные аминокислоты, образующие белки; важнейшие способы получения аминов и аминокислот; химические свойства белков (задание 13; средний процент выполнения – 67,5 %);

- химическая реакция, классификация химических реакций в неорганической и органической химии, закон сохранения массы веществ (задание 17; средний процент выполнения – 63,5 %);

- идентификация неорганических соединений, качественные реакции на неорганические вещества и ионы, идентификация органических соединений, решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (задание 24; средний процент выполнения – 61 %);

- химия в повседневной жизни; правила безопасной работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии; общие представления о промышленных способах получения химических веществ; черная и цветная металлургия; стекло и силикатная промышленность; промышленная органическая химия; сырье для органической промышленности; химия и здоровье; химия в медицине; химия

и сельское хозяйство; химия в промышленности; химия и энергетика: природный и попутный нефтяной газы, их состав и использование; состав нефти и ее переработка (природные источники углеводородов); строение и структура полимеров; зависимость свойств полимеров от строения молекул; основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации; классификация волокон (задание 25; средний процент выполнения – 68 %);

- расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси) (задание 28; средний процент выполнения – 60 %).

Тенденция успешности выполнения заданий 7, 12, 13, 17, 24, 28 коррелирует с таковой предыдущих групп. В задании 17 (подобно заданию 12) существовала неопределенность в количестве правильных ответов. Низкий процент выполнения данного задания может свидетельствовать о недостаточной сформированности понимания классификации химических реакций в неорганической и органической химии и понимания особенностей их протекания.

Задания высокого уровня сложности в большинстве своем были достаточно уверенно выполнены экзаменуемыми из данной группы. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 3 представлены в таблице 6.

Таблица 6

Задание	Средний % выполнения задания	Баллы за выполнение задания / доля участников (%)				
		1	2	3	4	5
29	62,3	9,3	57,7	–	–	–
30	63,0	9,4	58,3	–	–	–
31	61,2	15,2	20,3	27,4	26,7	–
32	58,5	9,7	14,9	19,2	21,1	22,3
33	53,9	22,4	8,4	40,9	–	–
34	6,3	10,6	3,3	1,4	0,97	–

Задания 29 и 30 достаточно успешно выполнены экзаменуемыми из этой группы, они выполнили задания полностью и получили максимальные 2 балла. Задания 31 и 32 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу экзаменуемых. Интересно отметить изменение в динамике результатов выполнения заданий 29–32 у экзаменуемых из данной группы: если в группах 1 и 2 наблюдалось постепенное уменьшение доли экзаменуемых, которые получали каждый следующий балл при выполнении задания высокого уровня сложности, то в 3 группе наблюдается обратная картина: процент получения более высокого балла за выполнение задания 31 немонотонно возрастает, достигая максимума в точке, соответствующей трем баллам из четырех, а в заданиях 29, 30, 32 прослеживается монотонное возрастание. Наиболее трудной оказалась задача 34, большинство приступивших к ее 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 33, условие которой практически не изменялось в течение последних лет проведения экзамена, поэтому экзаменуемые смогли использовать известный им алгоритм решения задачи. Большинство экзаменуемых продемонстрировало грамотный подход к составлению структурной формулы неизвестного органического вещества и знания химических свойств органических соединений, смогло выполнить задание полностью на максимальный балл, что отличает результаты ЕГЭ 2024 г. от таковых предыдущих лет.

Обратим также внимание еще 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 и проведении пробных испытаний в рамках урочной деятельности.

Существенным моментом в процессе подготовки может стать решение заданий, выходящих за рамки форматов и моделей, встречающихся в экзаменационных вариантах. Это позволит сформировать у учащихся умение самостоятельно разрабатывать алгоритм решения в случае нестандартных формулировок заданий, а также умение действовать в незнакомых ситуациях. В ряде случаев целесообразно прописывать в общем виде порядок нахождения физических величин без проведения промежуточных арифметических вычислений, а также решать задачу, применяя несколько возможных способов, оценивая эти способы и выбирая затем наиболее рациональный. Полезным будет проведение уроков, интегрированных с математикой, физикой, биологией, для формирования целостной картины мира во взаимосвязи и взаимозависимости всех его компонентов.

**Группа 4 – отличная подготовка (первичный балл: 46–56; тестовый балл: 81–100).**

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 со средним результатом выше 90 %. Это свидетельствует о том, что уверенное владение системой химических знаний позволяет экзаменуемым из данной группы 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 и естественно-математической грамотности, которые предусматривают умения находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать ее и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями условий.

Подобного рода результаты демонстрируют, что экзаменуемые из данной группы осознанно владеют теоретическим и фактологическим материалом курса, то есть основными понятиями, законами, теориями и языком химии, а также умеют: создавать обобщения; устанавливать аналогии; применять знания в измененной и новой, незнакомой 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 расчеты 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.

Результат менее 90 % показали задания базового уровня сложности со следующими проверяемыми элементами содержания:

- химические свойства важнейших металлов и их соединений, общие способы получения металлов, химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (задание 7; средний процент выполнения – 88 %);
- химические свойства жиров; мыла как соли высших карбоновых кислот; химические свойства глюкозы; дисахариды; восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды; гидролиз дисахаридов; полисахариды; химические свойства крахмала и целлюлозы; характерные химические свойства аминов; аминокислоты и белки; аминокислоты как амфотерные органические соединения; основные аминокислоты, образующие белки; важнейшие способы получения аминов и аминокислот; химические свойства белков (задание 13; средний процент выполнения – 89 %);

- химическая реакция, классификация химических реакций в неорганической и органической химии, закон сохранения массы веществ (задание 17; средний процент выполнения – 88 %);

- химия в повседневной жизни; правила безопасной работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии; общие представления о промышленных способах получения химических веществ; черная и цветная металлургия; стекло и силикатная промышленность; промышленная органическая химия; сырьё для органической промышленности; химия и здоровье; химия в медицине; химия и сельское хозяйство; химия в промышленности; химия и энергетика: природный и попутный нефтяной газы, их состав и использование; состав нефти и ее переработка (природные источники углеводородов); строение и структура полимеров; зависимость свойств полимеров от строения молекул; основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации; классификация волокон (задание 25; средний процент выполнения – 89,6 %).

Как упоминалось выше, задания 12 и 17 имели неопределенное количество правильных ответов, что вызывало затруднения даже у экзаменуемых с отличной подготовкой, поскольку некоторые из них указали не все элементы ответа или, наоборот, указали излишнее их количество, тем самым не выполнив задание полностью. Задания 13 и 25 базового уровня сложности требуют от экзаменуемых умения применять полученные знания в прикладном аспекте и сформированности прочных связей с экологией и биологией. Для успешного выполнения и других перечисленных выше заданий необходимо также обладать высоким уровнем читательской грамотности, уметь применять операции анализа и синтеза, зная химические свойства и признаки реакций основных классов неорганических соединений.

Выполнение заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 4 представлено в таблице 7.

Таблица 7

Задание	Средний % выполнения задания	Баллы за выполнение задания / доля участников (%)				
		1	2	3	4	5
29	92,3	3,6	90,5	–	–	–
30	89,2	4,0	87,2	–	–	–
31	92,5	1,1	4,6	17,1	77,1	–
32	92,6	0,5	2,1	6,1	15,5	75,7
33	93,8	3,9	5,5	88,8	–	–
34	46,9	21,1	15,3	13,7	23,7	–

Результаты выполнения заданий показывают, что бóльшая часть экзаменуемых данной группы выполнила задания с развернутым ответом на максимальный балл. Исключением является только задание 34, которое на максимальный балл выполнил лишь каждый четвертый экзаменуемый. Столь низкий результат обусловлен тем, что для решения предлагаемых в данной линии заданий, необходимо в ограниченное время разработать индивидуальный алгоритм решения, учитывающий все данные условия задания.

Заметим, что разработка такого алгоритма предусматривает последовательное осуществление целого ряда взаимосвязанных действий: составить уравнения реакций, о которых идет речь в условии задания, соотнести заданные физические величины с химической сутью задания, выстроить логические связи между исходными и искомыми величинами и на их основе составить математическое уравнение для нахождения конечной искомой физической величины.

Составление развернутого ответа на задания высокого уровня сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условия каждого задания. Последующее

выстраивание элементов ответа будет напрямую зависеть от того, насколько четко выпускник осознал, какие понятия, формулы, уравнения реакций и в какой последовательности он будет использовать при решении расчетных задач. Необходимо обратить внимание на то, что при оформлении развернутого ответа необходимо указывать размерность используемых в процессе решения физических величин, тщательно отслеживать логику рассуждений и соответствие их условию задания.

Обучая школьников приемам работы с различными типами контролирующих заданий (с кратким ответом и развернутым ответом, с неизвестным количеством правильных ответов и открытыми ответами), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. На каждом этапе подготовки к экзамену необходимо развивать навыки смыслового чтения, ставить перед обучающимися проблемные вопросы и предлагать нестандартные задания, которые будут способствовать активизации мыслительных процессов и побуждать к активному поиску решения. Важно не предлагать ученику готовый алгоритм, а напротив, приветствовать их поисковую деятельность, поощрять нестандартные подходы и интересные мысли, особенно при разработке решения химических задач. Полезным будет предложить обучающимся составить задачи и самостоятельно разработать критерии их оценки, обменяться заданиями друг с другом, осуществить взаимооценивание с последующей коррекцией исходного материала в случае необходимости. При работе с данной группой обучающихся важно ориентироваться на зону их ближайшего развития, активно вовлекать их в самостоятельную работу и использовать проектно-исследовательский подход. Одновременно важным становится формирование у учащихся умения рационально использовать время посредством тренировок в атмосфере, максимально воссоздающей процедуру экзамена, в режиме реального времени, отведенного на выполнение работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа.

В целом результаты выполнения большинства заданий ЕГЭ 2024 г. сопоставимы с результатами выполнения аналогичных заданий в 2023 г.

Общие статистические данные 2024 г., как и в предыдущие годы, свидетельствуют о наличии в КИМ определенного количества заданий, которые способны выполнить экзаменуемые с базовым уровнем подготовки. Многие из проверяемых в них знаний и умений начинают формироваться еще на этапе основной школы. В старшей школе уже предполагается их развитие и углубление. Однако в случае, если учащийся поздно определился с областью своих интересов, не сдавал ОГЭ по химии, не компенсировал дефициты знаний самостоятельными занятиями (самоподготовкой), то процесс формирования более сложного материала происходит форсировано. Это приводит к тому, что теоретический материал изучается не системно, а отрабатывается с максимальным акцентом на модели и формулировки заданий, включенные в варианты ЕГЭ.

Недостатки подобной узконаправленной подготовки проявляются даже при выполнении заданий, которые максимально ориентированы на содержание курса основной школы, в частности заданий 4, 5, 18 и 25. Они направлены на проверку следующих элементов содержания.

Задание 4. Виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) и механизмы ее образования. Межмолекулярные взаимодействия. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Типы кристаллических решеток. Зависимость свойств веществ от типа кристаллической решетки (средний процент выполнения – 56 %).

Задание 5. Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (60 %).

Задание 18. Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов (60 %).

Задание 25. Химия в повседневной жизни. Правила безопасной работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Химия и здоровье. Химия в медицине. Химия и сельское хозяйство. Химия в промышленности. Химия и энергетика: природный и попутный нефтяной газы, их состав и использование. Состав нефти и ее переработка (природные источники углеводородов). Химия и экология. Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Охрана гидросферы, почвы, атмосферы, флоры и фауны от химического загрязнения. Проблема отходов и побочных продуктов. Альтернативные источники энергии. Общие представления о промышленных способах получения химических веществ (на примере производства аммиака, серной кислоты). Черная и цветная металлургия. Стекло и силикатная промышленность. Промышленная органическая химия. Сырье для органической промышленности. Строение и структура полимеров. Зависимость свойств полимеров от строения молекул. Основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации. Классификация волокон (54 %).

Сложность выполнения задания 4 обусловлена необходимостью одновременного учета двух «фильтров», влияющих на выбор веществ: вида химической связи и типа кристаллической решетки или (не)молекулярного строения. Результаты выполнения заданий свидетельствуют о том, что нередко экзаменуемые принимают во внимание только один из них, как правило, первый. Это может быть вызвано или недочитыванием условия задания до конца, или низким уровнем владения умениями характеризовать особенности строения веществ и определять тип кристаллической решетки.

Первая ошибка обусловлена невнимательностью и торопливостью экзаменуемого, что в значительной степени относится не к предметным, а метапредметным результатам обучения, в частности регулятивным УУД. Если бы учащийся фиксировал ход своих рассуждений на бумаге, выделяя справа и слева от приведенного перечня выбранные вещества, то ошибиться в таком случае было бы намного сложнее.

Анализируя вторую причину ошибок, необходимо подчеркнуть, что нередко сведения о типе строения изложены в самом начале курса 8 класса, а в 11 классе они лишь актуализируются. Тема «Типы кристаллических решеток» считается достаточно простой для учащихся, и на ее отработку много времени не отводится. Но если от учащегося требуется соотнести две из трех характеристик строения вещества, то отсутствие опыта самостоятельного анализа подобных примеров может помешать правильно выстроить логику решения. Так, например, у них может быть недопонимание того, что вещество немолькулярного строения может иметь кристаллическую решетку одного из трех типов, а частицы в веществах с атомной кристаллической решеткой могут быть соединены одним из подвидов ковалентной связи. Приведем пример задания 4.

### Пример 9

Из предложенного перечня выберите два вещества немолькулярного строения, в которых присутствует ковалентная полярная связь.

- 1) карбонат натрия
- 2) сульфид натрия
- 3) оксид кремния(IV)
- 4) хлорид бария
- 5) бромоводород

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

--	--

В данном задании в качестве веществ, которые были ошибочно указаны экзаменуемыми в качестве правильных, являются сульфид натрия и бромоводород. При выборе первого из них не было учтено отсутствие ковалентной связи, а при выборе второго – молекулярное строение бромоводорода. Возможно, игнорирование оксида кремния(IV) в качестве верного ответа может быть обусловлено незнанием того, что это вещество имеет атомную кристаллическую решетку, а следовательно, немолекулярное строение.

В ряде случаев дополнительную сложность вызывают названия органических веществ, а также недостаточно тщательный анализ формул/названий веществ. Например, это происходит при анализе веществ, имеющих несколько видов связи, присутствует ион аммония или функциональная группа.

Недооценка уровня сложности задания, расположенного в самом начале варианта, также нередко становится причиной ошибок в нем.

При выполнении задания 5 наиболее сложными моментами являются следующие: владение тривиальными названиями неорганических веществ, умение правильно относить оксиды и соли к одной из классификационных групп, а также умение учитывать деление гидроксидов на основные (основания), амфотерные и кислотные (кислородсодержащие кислоты).

Перечень веществ, для которых требуется знание тривиальных названий, ограничен. Как правило, речь идет о нескольких представителях в каждом(-ой) из классов/групп неорганических веществ: оксидах (угарный газ, негашеная известь, кремнезем, железная окалина и др.), основаниях (едкий натр, едкое кали, гашеная известь), кислотах (соляная и плавиковая) и солях, активно используемых в быту, сельском хозяйстве, или которым соответствуют минералы или горные породы (гипс, малахит, мрамор и др.), а также некоторых бинарных водородных соединениях (аммиак, фосфин, силан).

Составление таблицы с перечнем таких веществ или создание двусторонних карточек (с систематическим и тривиальным названием) стало бы хорошим вариантом для отработки этого материала. Приведем пример задания 5.

#### Пример 10

Среди предложенных формул/названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы/названия: А) кислоты; Б) оксида; В) средней соли.

<b>1</b> гашёная известь	<b>2</b> силан	<b>3</b> графит
<b>4</b> $\text{Fe}_3\text{O}_4$	<b>5</b> $\text{CaSO}_4$	<b>6</b> малахит
<b>7</b> иодоводород	<b>8</b> $\text{PH}_3$	<b>9</b> $\text{Na}_2\text{O}_2$

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

Ответ:

А	Б	В

В данном задании приведено четыре тривиальных названия, из которых менее известными с точки зрения знания формулы и/или классификационной принадлежности можно считать силан – водородное соединение кремния и малахит – основная соль. Про силан учащиеся узнают в 11 классе, когда происходит изучение закономерностей изменения свойств водородных соединений неметаллов. Информация о малахите может быть использована в теме о меди при рассказе о способах получения меди и оксида меди. Кроме того, процесс разложения малахита является наглядным примером в теме «Типы химических реакций». С гашеной известью и графитом знакомство должно было произойти еще в основной школе.

В качестве еще одной рекомендации можно предложить записывать формулы рядом с веществами, для которых указаны названия, так как в этом случае принадлежность к классу/группе становится более очевидной.

Задания линии 18, в которых речь идет о факторах, влияющих на скорость химической реакции, также выполняются с существенными затруднениями. Такие результаты являются иллюстрацией недостаточного уровня сформированности познавательных УУД, в частности умений сравнивать (сопоставлять) и устанавливать причинно-следственные связи. При изучении данной темы главным объектом являются факторы, влияющие на скорость протекания реакций.

В решении предложенного ниже задания основным действием является сопоставление влияния двух факторов: природы реагирующих веществ и площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ.

### *Пример 11*

Из предложенного перечня выберите **все** реакции, которые при одинаковых температуре и концентрации кислот протекают с большей скоростью, чем взаимодействие оксида цинка с раствором уксусной кислоты.

- 1) взаимодействие оксида цинка с соляной кислотой
- 2) взаимодействие оксида цинка с раствором масляной кислоты
- 3) взаимодействие растворов сульфида натрия и уксусной кислоты
- 4) взаимодействие растворов гидроксида натрия и уксусной кислоты
- 5) взаимодействие растворов гидроксида бария и азотной кислоты

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Отправной точкой в рассуждениях является понимание того, что оксид цинка – твердое вещество, а уксусная кислота – это кислота средней силы. Известно, что реакции в растворах протекают с большей скоростью, чем с участием твердых веществ, так как в этом случае реакция идет на поверхности твердого вещества. Другой фактор – сила кислоты. Необходимо сравнить силу четырех кислот. Азотная и соляная – сильные кислоты, следовательно, реакция с ними будет протекать быстрее, чем с уксусной кислотой. Масляная кислота (более длинный углеродный скелет) слабее уксусной, следовательно, реакция с оксидом цинка будет протекать медленнее.

Таким образом, решение данного задания очень алгоритмичное, т.е. предполагает строгую последовательность выполняемых действий с опорой на базовые химические знания.

В других заданиях данной линии проводится анализ влияния повышения и понижения давления, концентрации реагирующих веществ или температуры. Во всех случаях логика рассуждения предполагает однозначную интерпретацию действия каждого из факторов. Некоторым усложнением заданий, расположенных на данной позиции

экзаменационного варианта, является отсутствие указания на количество правильных ответов. Однако важно напомнить, что при решении всех заданий с множественным выбором анализу должны подвергаться все предложенные варианты. Именно стереотип, что в большинстве заданий с множественным выбором требуется выбрать два варианта ответа, нередко препятствует полноценному анализу всех данных условия. Так, например, в приведенном ниже задании три составляющих ответа: 2, 4 и 5.

### *Пример 12*

Из предложенного перечня выберите **все** факторы, которые приводят к увеличению скорости химической реакции железа с кислородом.

- 1) понижение температуры
- 2) повышение давления в системе
- 3) понижение концентрации кислорода в системе
- 4) нагревание реакционной смеси
- 5) использование порошка железа вместо железной проволоки

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Заметим, что ответы в некоторых заданиях предусматривают противоположное воздействие, например понижение температуры и нагревание реакционной смеси. Выявление в формулировках данных нюансов способствует более однозначному выбору ответа, в некоторой степени упрощению решения.

Особое место среди заданий базового уровня занимает задание 25, которое направлено на проверку прикладного содержания курса химии. Сложность изучения материала, проверяемого заданиями данной линии, обусловлена следующими причинами:

- большое количество тем, включающих необходимое содержание;
- распределение тем по всему курсу химии;
- разнообразие химического содержания;
- запоминание конкретных сведений: опора на знания из повседневной жизни.

Еще одним фактором, который влияет на сравнительно низкие результаты выполнения данного задания, является недостаточное внимание изучению данного материала, нередко рекомендуемого для самостоятельного изучения.

К сожалению, и уровень знаний, приобретаемых учащимися в повседневной жизни, остается крайне низким. Так, например, по мнению некоторых экзаменуемых, озон применяется при производстве стекла или удобрений, а нитрофоска является пищевой добавкой. Указанные выше особенности предполагают необходимость продумывания оптимальной методики его изучения, а в значительной степени и систематизации.

Из курса основной школы наиболее востребованными являются сведения о промышленных способах получения ряда веществ и применении веществ в повседневной жизни, сельском хозяйстве. Как показывает практика, эти сведения редко сохраняются у учащихся в виде записей, а целенаправленное повторное изучение данного материала в 10 и 11 классах не предусмотрено. Следовательно, важно предусмотреть формат его усвоения.

Так, в большинстве случаев в задании 25 требуется установить соответствие определенных позиций: вещество – применение; процесс – аппарат; мономер – полимер; волокно – вид волокна и т.п.

Приведем пример задания 25.

### Пример 13

Установите соответствие между процессом и аппаратом химического производства, в котором этот процесс происходит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПРОЦЕСС	АППАРАТ
А) получение натрия	1) ректификационная колонна
Б) перегонка нефти	2) доменная печь
В) получение гидроксида натрия	3) электролизёр
	4) колонна синтеза

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Приведенная структура задания должна предусматривать и сходный алгоритм подготовки к его выполнению. Речь идет о создании тематических таблиц, включающих три-четыре колонки

Название вещества	Формула мономера	Формула полимера	Применение
Этилен	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2) -$	Изготовление (производство пластмасс, упаковочных пленок и т.д.)

Или:

Название	Формула	Применение
Нитрат аммония (аммиачная селитра)	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	Производство удобрений

Аналогичные таблицы можно составлять и по темам «Производство» и «Волокна». В 11 классе составление таких таблиц может быть распределено между учащимися, выбравшими экзамен по химии. Целесообразно предлагать задания не менее чем двум учащимся, чтобы сохранялась возможность корректировки и дополнения сведений.

На протяжении многих лет не меняется ситуация с низким уровнем сформированности умения проводить расчеты по уравнению реакции. Так, в расчетных задачах 26 и 28 (средний процент выполнения – 60,7 % и 42,2 % соответственно), которые нередко решаются в одно-два действия, в том числе включающих использование пропорции или предусматривающих нахождение процента от числа, полученные варианты ответов свидетельствуют о недостаточном уровне сформированности элементов математической грамотности и логики. Так, например, судя по некоторым ответам, массовая доля примеси может превышать 100 %, а массовая доля растворенного вещества после добавления воды получается больше, чем была до ее добавления. Показательно и то, что к выполнению задания 28 не приступает от 20 % до 35 % выпускников. Приведем пример задания 26.

### Пример 14

К 115 г раствора с массовой долей нитрата калия 20 % добавили 58 мл воды и 27 г этой же соли. Вычислите массовую долю соли в полученном растворе. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

Для решение такой задачи требуется правильная запись приведенных в условии задания количественных данных в формулу, которая отражает понимание учащимися понятия «массовая доля», а также состава раствора как суммы масс растворителя и растворенного вещества.

Задание 28 также предусматривает применение данного понятия.

### Пример 15

Вычислите объём газа (н.у.), полученного с выходом 90 % при сжигании в кислороде 19,2 г сульфида меди(II). (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

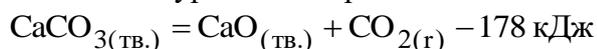
Безусловно, решение такой задачи предусматривает большее количество действий, чем задание 26, и одно из них предусматривает использование величины с процентами. В некоторой степени задача осложняется необходимостью составления уравнения реакции, однако они, как правило, являются не очень сложными, а следовательно, это действие не должно становиться для учащихся 11 класса препятствием, не позволяющим приступить к решению.

Среди возможных подходов к решению проблемы можно рассмотреть согласование подходов к объяснению материала с учителями математики. Так, тема «Проценты» изучается еще в 5 и 6 классах, но, так как данной теме отводится мало времени на уроках, учащиеся к концу ее изучения не умеют решать задачи на проценты. Предполагается, что и в 7–9 классах отводится время на ее отработку. Именно сформированные в этот период навыки должны помочь учащимся при изучении химии в 8 классе легче отработать решение двух типов расчетных задач. Так, в теме «Первоначальные химические понятия» предусмотрены вычисления массовой доли химического элемента по формуле вещества, а в теме «Растворы» – нахождение массовой доли растворенного вещества в растворе. На эти уроки отводится по два часа, что явно недостаточно для полноценной отработки умений в решении задач.

Отработка решения задач с использованием пропорции также предусмотрена в 5 и 6 классах, в курсе химии основной школы. Так, тип расчетов, лежащий в основе решения приведенной ниже задачи 28, предусмотрен программой 8 класса.

### Пример 16

В соответствии с термохимическим уравнением реакции



поглотилось 17,8 кДж теплоты. Определите массу карбоната кальция, разложившегося в процессе реакции. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

Как и в предыдущем случае, на уроках математики времени на отработку навыков решения текстовых задач, предусматривающих составление пропорции, отведено недостаточно. В результате этого на уроках химии учащиеся практически «с нуля» осваивают навыки решения.

По сути, в основе решения заданий 26, 27 и 28 лежат именно действия с процентами и использование пропорции. Как следует из приведенного анализа, более чем за пять лет учащимся не удастся освоить умения, предусмотренные курсом математики 5 и 6 классов. Вместе с тем умение осуществлять названные виды расчетов актуально как в разных учебных дисциплинах, так и в повседневной жизни, что позволяет отнести их к общеучебным умениям, а следовательно, метапредметным планируемым

результатам. Показательно, что работа по их формированию начинается еще в основной школе, а продолжается в старшей. Именно эти умения лежат в основе выполнения расчетных задач высокого уровня сложности – заданий 33 и 34.

Таким образом, преемственность в изучении базового теоретического и практико-ориентированного материала, в формировании УУД и их системная отработка с использованием максимально разнообразных заданий – главные условия успешного выполнения заданий ЕГЭ.

Показательно, что перечень умений, которые проверяют данные задания, остается стабильным на протяжении многих лет: характеризовать особенности строения атомов и закономерности изменения свойств по группам и периодам; определять степени окисления химических элементов, среду водных растворов электролитов; указывать частицы «окислитель» и «восстановитель»; называть и классифицировать вещества; определять тип химической реакции и др. Среди заданий повышенного и высокого уровней сложности наиболее успешно экзаменуемые справлялись с заданиями, требующими определять продукты электролиза и факторы, влияющие на состояние химического равновесия, составлять уравнения реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций.

Значительные затруднения вызывают задания 6, 24, 29, 30, 31 выполнение которых опирается на опыт проведения химического эксперимента. В них максимальное внимание требуется сосредоточить на всех компонентах условия: характеристиках физических и химических свойств веществ, условиях проведения реакций, признаках их протекания и т.п.

В некоторых заданиях ошибки экзаменуемых связаны с недостаточным уровнем сформированности регулятивных универсальных учебных действий, в частности запись цифр в определенной закономерности или ответов с указанной степенью точности. К этой же области проблем относится низкий уровень сформированности умения учитывать всю информацию в условии, необходимую для решения задания, например классификационные признаки веществ, физические свойства, условия проведения реакции. Отработка навыков решения текстовых задач, включающих описание химического эксперимента, составление краткого условия на основе текста или полного текста условия на основе «дано» являются приемами, которые позволяют учителю сформировать навык работы с текстовой информацией. В качестве оптимального материала для работы на уроках могут быть использованы задания по естественно-научной грамотности, в том числе включенные в открытый банк заданий, размещенный на сайте ФИПИ.

В КИМ ЕГЭ по химии 2025 г. сохранится прежняя структура и содержательное наполнение заданий. Изменения планируются только в задании 17. В частности, предлагается изменить форму этого задания с множественного выбора вариантов ответов на модель, предусматривающую установление соответствия между позициями двух множеств. Основным умением, которое проверяет данное задание, является определение типов химических реакций по различным классификационным признакам. Экзаменуемым предстоит установить соответствие между уравнением химической реакции и двумя типами реакций, относящимися к классификациям, выполненным по разным признакам. Возможна также обратная формулировка, которая предусматривает выбор уравнения реакции, соответствующего двум указанным классификационным признакам.

При выполнении данного задания принципиальным является понимание учащимися факта, что каждая химическая реакция может быть проанализирована с точки зрения различных подходов к классификации: по количеству и составу исходных веществ и продуктов реакции, тепловому эффекту, количеству фаз, изменению степени окисления, обратимости, участию катализатора. Следует обратить внимание на то, что по таким классификационным признакам, как «тепловой эффект» и «участие катализатора»,

в заданиях могут быть включены уравнения реакции, только отвечающие закономерностям протекания реакций или изучаемые в рамках курса химии базового уровня.

Среди других аспектов, на которые необходимо обратить внимание в процессе подготовки, является появление в обновленном кодификаторе КИМ ЕГЭ уточненных формулировок контролируемых элементов содержания (КЭС). Так, например, появились такие дидактические единицы, как: молярная концентрация, понятие о нуклеофиле и электрофиле, взаимное влияние атомов и групп атомов в молекулах, особенности реализации различных механизмов протекания реакций, черная и цветная металлургия, стекло и силикатная промышленность, промышленная органическая химия, сырье для органической промышленности.

Указанные КЭС в ЕГЭ 2024 г. не были включены в задания экзаменационных вариантов, так как обучающиеся могли не успеть ознакомиться с ними в полной мере, однако в 2025 г. данные КЭС уже могут встретиться в заданиях в качестве объектов контроля.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ ([www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)):

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2025 г.;
- открытый банк заданий ЕГЭ;
- Навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ по химии;
- Учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;
- Методические рекомендации на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет (2015–2023 гг.);
- Методические рекомендации для учителей по преподаванию учебных предметов в образовательных организациях с высокой долей обучающихся с рисками учебной неуспешности. Химия;
- журнал «Педагогические измерения»;
- видеоконсультации Рособрнадзора по подготовке к ЕГЭ 2016–2024 гг.

**Основные результаты выполнения экзаменационной работы ЕГЭ 2024 г.  
по ХИМИИ**

Анализ надежности экзаменационных вариантов по химии подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронбаха)<sup>1</sup> КИМ по химии – 0,94.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
1	Применять основные положения химических теорий для анализа строения и свойств веществ; характеризовать <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева	1.1.1	1.2.1, 2.3.1	Б	1	2–3	75,8
2	Понимать смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений; характеризовать <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; объяснять зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4	1.2.3, 2.4.1, 2.3.1	Б	1	2–3	71,8
3	Понимать смысл важнейших понятий; Определять/классифицировать валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов	1.3.2	1.1.1, 2.2.1	Б	1	2–3	67,8

<sup>1</sup> Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
4	Определять/классифицировать вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решетки; объяснять природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической, водородной); объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	1.3.1, 1.3.3	2.2.2, 2.4.2, 2.4.3	Б	1	2–3	56,4
5	Классифицировать неорганические и органические вещества по всем известным классификационным признакам; определять принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений	2.1	1.3.1, 2.2.6	Б	1	2–3	59,9
6	Понимать смысл важнейших понятий; применять основные положения химических теорий; выявлять их взаимосвязь; характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7	1.3.1, 2.2.6, 2.3.3	П	2	5–7	69,2
7	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7	1.3.1, 2.2.6, 2.3.3	П	2	5–7	44,3

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
8	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7	1.3.1, 2.2.6, 2.3.3, 2.4.3, 2.4.4	П	2	5–7	51,5
9	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, свойства отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.8	2.3.3, 2.4.3	П	1	2–3	56,5
10	Определять/классифицировать принадлежность веществ к различным классам неорганических и органических соединений	3.1, 3.2	1.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.7	Б	1	2–3	66,7
11	Определять/классифицировать вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решетки, пространственное строение молекул, гомологи и изомеры	3.4, 3.5, 3.6, 4.1.7, 4.1.8	1.3.4, 2.3.4, 2.4.4, 2.5.1	Б	1	2–3	61,3

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
12	Объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ; характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений; планировать/проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	3.7, 3.8	2.3.4	П	1	2–3	43,4
13	Объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ; характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений; планировать/проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	3.4, 4.1.7	2.3.4, 2.4.4	Б	1	2–3	51,7
14	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений	3.5, 3.6, 4.1.8	2.3.4	П	2	5–7	52,2
15	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений; сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	3.9	2.3.4, 2.4.3	П	2	5–7	50,9

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
16	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.3.4 2.4.3	3.9	П	1	2–3	57,5
17	Определять/классифицировать химические реакции в неорганической и органической химии (по всем известным классификационным признакам)	2.2.8	1.4.1	Б	1	2	47,4
18	Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.3	Б	1	2	59,9
19	Определять валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов, окислитель и восстановитель	2.2.1 2.2.5	1.4.8	Б	1	2–3	76,3
20	Использовать важнейшие химические понятия для объяснения отдельных фактов и явлений, определять окислитель и восстановитель	1.1.3 2.2.5	1.4.9	Б	1	2–3	72,5
21	Определять характер среды водных растворов веществ	2.2.4	1.4.7	Б	1	2–3	71
22	Объяснять влияние различных факторов на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.4	П	2	5–7	57,5
23	Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия, планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.4.5	1.4.4 2.5.2	П	2	5–7	81,1

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
24	Планировать/проводить эксперимент по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических соединений с учетом приобретенных знаний о правилах безопасной работы с веществами в лаборатории и в быту	2.5.1	4.1.4 4.1.5	П	2	5–7	42,7
25	Понимать, что практическое применение веществ обусловлено их составом, строением и свойствами; иметь представление о роли и значении данного вещества в практике; объяснять общие способы и принципы получения наиболее важных веществ; определять характер среды водных растворов веществ	1.3.2 1.3.3 1.3.4 2.2.4	4.1.1 4.1.2 4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4	Б	1	3–4	54,2
26	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.1	Б	1	3–4	60,7
27	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.2 4.3.4	Б	1	3–4	71,2
28	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.3	Б	1	3–4	42,2
29	Определять окислитель и восстановитель; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.2.5 2.4.4	1.4.8	В	2	10–15	41,6
30	Определять характер среды водных растворов веществ; объяснять сущность изученных видов химических реакций: электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных (и составлять их уравнения)	2.2.4 2.4.4	1.4.5 1.4.6	В	2	10–15	45,3

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) (по КТ)	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)	Средний процент выполнения
31	Характеризовать общие химические свойства основных классов неорганических соединений, отдельных представителей этих классов; объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения; объяснять сущность изученных видов химических реакций и составлять их уравнения	2.3.3 2.4.3 2.4.4	2.8	В	4	10–15	41,8
32	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений, объяснять зависимость свойств неорганических и органических веществ от их состава и строения	2.3.4 2.4.3	3.9	В	5	10–15	38,6
33	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	В	4	15–25	37,4
34	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.7	В	3	10–15	11,4