



ФИПИ

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 2025 года
по ХИМИИ**

Москва, 2025

Отбор содержания КИМ ЕГЭ 2025 г. по химии осуществлялся в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования по химии, базового и углубленного уровней.

Учебный материал, на основе которого строились задания, отбирался по признаку его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы. Большое внимание при конструировании заданий было уделено усилению деятельностной и практико-ориентированной составляющих их содержания. Данный подход позволяет усилить дифференцирующую способность экзаменационной модели, так как требует от обучающихся последовательного выполнения нескольких мыслительных операций с опорой на понимание причинно-следственных связей, умений обобщать знания и умения, в том числе приобретенные в процессе выполнения реального химического эксперимента, применять ключевые понятия и др.

Содержательная основа заданий экзаменационной работы ЕГЭ 2025 г. по химии не претерпела изменений по сравнению с экзаменационной работой 2024 г. Сохранено и количество заданий, которые были включены в часть 1 (28 заданий) и в часть 2 (6 заданий) экзаменационной работы. Без изменений оставлено распределение заданий в части 1 работы по четырем содержательным блокам: 1) «Теоретические основы химии: современные представления о строении атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химическая связь и строение вещества»; 2) «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»; 3) «Органические вещества: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»; 4) «Химическая реакция»; «Методы познания в химии. Химия и жизнь: экспериментальные основы химии, общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ»; «Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Расчетные задачи играют одну из системообразующих ролей, так как предусматривают умение применять теоретические знания, подкрепляя их математическими расчетами. Для их решения от экзаменуемых требовалось не только продемонстрировать умение работать с количественными данными и использовать формулы, отражающие взаимосвязь физических величин, но и умение прогнозировать результаты протекания химических реакций, описанных в условиях задания. Такое разнообразие видов деятельности, которое должны были продемонстрировать экзаменуемые, позволило достаточно четко дифференцировать обучающихся по уровню их подготовки.

Объектом контроля в рамках ЕГЭ является система знаний и умений, формируемых в процессе изучения основ школьного курса химии, включая навыки, приобретаемые при выполнении химического эксперимента, а также при решении расчетных задач. Количество заданий той или иной группы в общей структуре КИМ было определено с учетом следующих факторов: а) глубина изучения проверяемых элементов содержания учебного материала как на базовом, так и на повышенном уровнях; б) требования к планируемым результатам обучения – предметным и метапредметным знаниям и умениям, видам учебной деятельности. Задания по вышеназванным содержательным блокам, различались по форме предъявления условия и виду требуемого ответа, по уровню сложности, а также по способам оценки их выполнения.

Оценка учебных достижений выпускников по химии предусматривала включение в КИМ ЕГЭ заданий трех уровней сложности: базовом, повышенном и высоком. Задания *базового уровня сложности*, как правило, ориентированы на проверку усвоения только 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 действий по применению знаний в измененной, обновленной ситуации (например, для анализа сущности изученных типов реакций), а также сформированность умений систематизировать и обобщать полученные знания. В экзаменационной работе предложена только одна разновидность этих заданий – *на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах*.

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 форме заданий с развернутым ответом.

Задания *с развернутым ответом*, в отличие от заданий двух предыдущих форм, предусматривают комплексную проверку усвоения на углубленном уровне нескольких (двух и более) элементов содержания из различных содержательных блоков, а также умения комбинировать различные виды деятельности: классификация и сравнение, анализ и обобщение, сочетание владения элементами читательской и математической грамотности и прогнозирование свойств веществ по их строению. Именно данный подход к построению заданий обеспечивает высокую дифференцирующую способность, не выходя за рамки действующей нормативной базы. Практически все задания данного типа предусматривают творческое применение знаний, в том числе в нестандартной ситуации. Сложность также достигается и посредством того, что алгоритм решения тренировочных заданий невозможно автоматически применить к заданию экзаменационного варианта, так как каждое из них имеет индивидуальный алгоритм решения с учетом конкретных данных в условии задания. Данный аспект существенно снижает эффективность попыток «натаскивания» на определенные формулировки заданий.

В 2025 г. в КИМ были сохранены применявшиеся в 2024 г. формы заданий.

Единственным изменением стала замена модели задания 17, проверяющего сформированность умения классифицировать химические реакции в неорганической и органической химии. Вместо ранее использованной модели на выбор нескольких вариантов ответа из предложенного перечня в 2025 г. была включена модель, предусматривающая установление соответствия между позициями двух множеств.

В качестве других направлений совершенствования заданий экзаменационных вариантов была продолжена работа по корректировке условий в целях снижения расхождений в уровне сложности заданий, расположенных на одной позиции в разных вариантах, повышения внимания практико-ориентированным знаниям, а также умениям, формируемым при выполнении химического эксперимента. Большое внимание было уделено проверке достижения метапредметных результатов, в первую очередь таким, как анализ текста условия задания, анализ состава вещества и прогнозирование возможности протекания реакций между ними, преобразование информации из одной формы в другую, комбинирование аналитической и расчетной деятельности.

В 2025 г. в основном периоде ЕГЭ по химии приняли участие более 91 тыс. человек (в 2024 г. – около 86 тыс. человек; в 2023 г. – более 79 тыс. человек). Третий год наблюдается тенденция к увеличению числа обучающихся, выбирающих экзамен по химии, что можно объяснить повышением внимания к естественно-научному образованию, развитие которого стало одним из приоритетов в образовательной политике. Свою роль сыграло возвращение в учебный план систематического курса химии (вместо

интегрированного курса «Естествознание»), что открыло дополнительные возможности для заинтересованных школьников.

Средний балл ЕГЭ 2025 г. составил 57,8, что несколько выше, чем в предыдущие годы (в 2024 г. – 56,5; в 2023 г. – 55,8).

В ЕГЭ 2025 г. было сохранено значение минимального балла последних трех лет: он составил 11 первичных / 36 тестовых баллов. Изменилось число участников ЕГЭ по химии, не преодолевших минимального балла: их доля составила 17,4 %, меньше, чем в 2024 и 2023 гг.

Более 46 % участников ЕГЭ показали результаты выше 61 балла. Каждый пятый участник ЕГЭ в 2025 г. – высокобалльник. Более 1800 участников экзамена получили 100 баллов.

Каждый вариант экзаменационной работы, как и в прошлые годы, был построен по единому плану и состоял из двух частей. В части 1 варианта присутствовали задания базового и повышенного уровней сложности (всего 28 заданий), в части 2 – задания высокого уровня сложности (6 заданий).

Как и в прошлые годы, задания в части 1 работы распределены по содержательным блокам и линиям:

- «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;
- «Основы неорганической химии»: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов;
- «Основы органической химии»: классификация и номенклатура, особенности состава и строения, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов, способы получения веществ;
- «Химия и жизнь»: экспериментальные основы химии, общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ;
- «Типы расчетных задач» на основе формул и уравнений химических реакций: расчеты массовой доли вещества в растворе; расчеты теплового эффекта реакции; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.

Большинство заданий части 1 экзаменационной работы выполнено экзаменуемыми успешно. Так, большинство заданий базового уровня сложности (11 из 17) имеет средний результат выполнения более 65 %. Из одиннадцати заданий повышенного уровня сложности девять заданий имеют средний результат выполнения выше 50 %. Рассмотрим результаты выполнения заданий части 1 экзаменационной работы по соответствующим содержательным блокам.

Освоение теоретического материала содержательного блока **«Теоретические основы химии»** проверялось заданиями как базового, так и повышенного уровней сложности.

Это задания, проверяющие усвоение теоретического материала следующих содержательных линий (в скобках указан средний результат выполнения заданий по каждой линии).

- 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 (77 %).

- 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 (69 %).
- Электроотрицательность. Валентность. Степень окисления (76 %).
- Виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, водородная) и механизмы ее образования. Вещества молекулярного и немолекулярного строения (66 %).
- Химическая реакция. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии (60 %).
- Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов (61 %).
- Окислительно-восстановительные реакции (75 %).
- Электролиз расплавов и растворов солей (77 %).
- Гидролиз солей (73 %).
- Обратимые реакции. Химическое равновесие. Факторы, влияющие на состояние химического равновесия. Принцип Ле Шателье (67 %).

Как видно по результатам выполнения заданий, практически все задания этого блока успешно выполнены участниками экзамена. Это позволяет говорить о том, что экзаменуемые уверенно применяют изученные теоретические законы, правила и понятия в конкретных учебных ситуациях, представленных в условиях соответствующих заданий. Отметим, что формулировки условий заданий, уровень их сложности и формат предъявления условия остаются неизменными на протяжении нескольких последних лет проведения экзамена. Это позволяет обучающимся выработать определенную последовательность мыслительных операций, необходимых для успешного выполнения конкретного задания. Наряду с этим необходимо заметить, что более низкий средний процент выполнения (60 и 61) имеют две линии заданий – 17 и 18. Первая из них проверяет сформированность умения классифицировать химические реакции по различным принципам. Причиной такого факта можно назвать то, что в этом году условие этого задания было предложено в формате «установление соответствия». Рассмотрим пример такого задания.

Пример 1

Установите соответствие между реагирующими веществами и типами реакции, в которой они участвуют: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	ТИПЫ РЕАКЦИИ
А) фенол и бром (p-p)	1) замещения, окислительно-восстановительная
Б) этилен и бромоводород	2) гидрогалогенирования, присоединения
В) толуол и хлор (УФ)	3) гидрогалогенирования, замещения
	4) обмена, каталитическая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В
	1	2	1

Больше половины обучающихся (55 %), выполнявших это задание, не смогли дать полный правильный ответ. Они неверно применили знания о принципах классификации органических реакций, где необходимо рассматривать процесс, происходящий именно с органическим веществом. Так 15 % обучающихся ошибочно назвали взаимодействие фенола и брома, а также толуола с хлором реакциями обмена, тогда как происходит замещение атомов водорода в феноле и толуоле на галогены.

Задания линии 18, также имеющие низкий средний процент выполнения, проверяют сформированность умения определять факторы, влияющие на скорость конкретной химической реакции. Рассмотрим пример такого задания.

Пример 2

Из предложенного перечня выберите **все** внешние воздействия, которые оказывают влияние на скорость реакции между цинком и раствором гидроксида калия.

- 1) повышение давления в системе
- 2) повышение концентрации раствора гидроксида калия
- 3) понижение температуры
- 4) использование гранул цинка вместо порошка цинка
- 5) добавление воды в реакционную смесь

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: 2345 .

Для получения 1 балла за выполнение задания необходимо было указать четыре фактора из предложенных. Почти 30 % обучающихся указали только три фактора и получили 0 баллов. Так как пропущенные факторы – 3 и 5, которые уменьшают скорость реакции, то вероятной причиной ошибок можно считать недостаточный анализ условия задания, в котором идет речь не об увеличении скорости реакции (факторы 2 и 4), а о любом ее изменении.

Усвоение элементов содержания **блока «Основы неорганической химии»** проверялось в части 1 экзаменационной работы в основном с помощью заданий повышенного уровня сложности. Это четыре задания с порядковыми номерами 6–9 и одно задание базового уровня сложности с порядковым номером 5.

С заданием 5 базового уровня сложности, ориентированным на проверку умения классифицировать неорганические вещества по их формулам и названиям, экзаменуемые справились успешно (средний процент выполнения – 69). Хотя можно отметить некоторые ошибки, допущенные учащимися. Так, 20 % выполнявших одно из заданий неверно указали гидроксид цезия как нерастворимый, вместо гидроксида бериллия. Хотя они должны были вспомнить, что цезий как щелочной металл имеет растворимый гидроксид. Еще ряд ошибок, которые допустили обучающиеся, связан с недостаточными знаниями тривиальных названий изученных веществ.

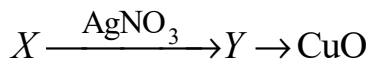
Наиболее высокий средний процент выполнения (67) отмечается у задания повышенного уровня сложности с порядковым номером 6, с помощью которого проверялось умение применять знания о химических свойствах неорганических веществ-электролитов в реакциях ионного обмена. Условие задания по форме и содержанию сохранялось без существенных изменений в течение последних нескольких лет. Отметим, что изучение этого элемента содержания начинается в курсе 9 класса, поэтому большинство обучающихся хорошо овладели соответствующими теоретическими знаниями и уверенно применяют их при выполнении конкретных заданий.

Также успешно было выполнено задание с порядковым номером 9, проверяющее понимание существования генетической связи между неорганическими веществами (средний процент выполнения – 64). При этом надо отметить типичные ошибки,

приводящие к неверному ответу. Так, при выполнении конкретных заданий необходимо было учитывать не только свойства веществ, но и условия протекания заданных последовательных превращений. Приведем пример такого задания.

Пример 3

В схеме превращений



веществами X и Y соответственно являются

- 1) Cu(OH)_2
- 2) CuBr_2
- 3) $\text{Cu(NO}_3)_2$
- 4) CuS
- 5) CuCO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:	<table border="1"><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td></tr></table>	X	Y	2	3
X	Y				
2	3				

При выполнении этого задания в качестве вещества X почти 20 % обучающихся ошибочно выбрали нерастворимые вещества (1, 4 или 5), не учитывая, что они не могут вступать в реакцию ионного обмена с нитратом серебра.

Задания повышенного уровня сложности с порядковыми номерами 7 и 8 проверяли знания химических свойств неорганических веществ различных классов. Выполнение этих заданий требует от обучающихся последовательного выполнения следующих мыслительных операций: определить класс вещества, характеризовать его свойства как представителя данного класса, а также специфические свойства, например связанные с окислительно-восстановительной активностью вещества. Задания с порядковым номером 7 вызвали наибольшие затруднения у экзаменуемых (средний процент выполнения – 49) по сравнению с заданием 8 (средний процент выполнения – 57). Вероятно, это обусловлено тем, что в условиях заданий 8 предложены как исходные вещества, так и варианты продуктов их взаимодействия, тогда как в заданиях линии 7 обучающимся необходимо самостоятельно выбрать реагенты для указанных в условии неорганических веществ. В основном затруднения обучающихся связаны с недостаточными знаниями специфических свойств некоторых неорганических веществ, хотя этот фактический материал изучается как в основной, так и в старшей школе. Например, забываются такие факты, как способность галогенов вытеснять из соединений менее активные галогены или способность оксида углерода реагировать с магнием, восстановительные свойства иодид-ионов.

Усвоение материала содержательного блока «*Основы органической химии*» в части I экзаменационной работы проверялось заданиями как базового, так и повышенного уровней сложности. Результаты выполнения заданий, проверяющих знания, относящиеся к курсу органической химии, более низкие по сравнению с заданиями по неорганической химии. Вероятной причиной этого является то, что курс органической химии изучается, как правило, в течение одного учебного года в 10 классе старшей школы, при этом подходы к изучению важнейших законов, правил, понятий и механизмов реакций органических веществ принципиально отличаются от тех, что были изучены в курсе неорганической химии. Многие обучающиеся считают курс органической химии более сложным для усвоения.

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 – 53).
- Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Кратность химической связи. σ - и π -связи. Гибридизация орбиталей атомов углерода. Гомологи. Изомерия и изомеры. Понятие о функциональной группе (базовый уровень, средний процент выполнения – 58).
- Химические свойства углеводородов. Химические свойства кислородсодержащих соединений (повышенный уровень, средний процент выполнения – 41).
- Химические свойства жиров. Характерные химические свойства аминов. Аминокислоты и белки (базовый уровень, средний процент выполнения – 49).
- Химические свойства углеводородов. Свободнорадикальный и ионный механизмы реакции. Правило Марковникова. Правило Зайцева (повышенный уровень, средний процент выполнения – 55).
- 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 – 52).
- Генетическая связь между классами органических соединений (повышенный уровень, средний процент выполнения – 57).

Отметим, что среди заданий базового уровня наиболее низкий средний процент выполнения имеют задания с порядковым номером 13, которые проверяли знания свойств азотсодержащих соединений. Приведем пример подобного задания.

Пример 4

Из предложенного перечня выберите две пары веществ, в результате взаимодействия которых образуется соль вторичного амина.

- 1) метиламин и хлорметан
- 2) метилэтиламин и хлороводород
- 3) анилин и серная кислота
- 4) нитробензол и водород
- 5) диэтиламин и хлорэтан

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

1	2
---	---

Только 38 % обучающихся смогли верно выполнить это задание. Выполнение этого задания нужно начать с анализа его условия. Прежде всего обучающимся необходимо вспомнить строение вторичного амина, а также в результате каких реакций образуется его соль. Далее нужно применить эти актуализированные знания при анализе продукта каждой из указанных в вариантах ответа реакций. Даже в группе экзаменуемых с хорошей подготовкой только 87 % справились с этим заданием.

Также обратим внимание на сравнительно низкий для заданий базового уровня средний процент выполнения заданий с порядковым номером 10. Это задание проверяет знание систематической номенклатуры, тривиальных названий органических веществ, общих формул веществ, принадлежащих к изученным классам веществ, и умение классифицировать органические вещества. Результаты выполнения заданий показали,

что наибольшие затруднения вызвали те задания, в которых требовалось определить общую формулу класса, к которому принадлежит указанное в условии вещество.

Задания, проверяющие освоение содержания теоретического материала, относящегося к блоку «Химия и жизнь», наиболее разнообразны по проверяемому с их помощью содержанию и включают в себя материал как неорганической, так и органической химии.

Задание 24 проверяет сформированность умений распознавать неорганические и органические вещества с помощью качественных реакций на органические и неорганические вещества и ионы, предсказывать наблюдаемые признаки реакций между веществами. Средний процент выполнения этих заданий базового уровня сравнительно низкий – 48.

Результаты экзамена показали, что наибольшие затруднения обучающиеся испытывают при выполнении заданий, в которых предлагается определить признаки указанных в условии задания реакций. Это говорит о том, что проведению эксперимента при изучении школьного курса химии уделяется недостаточно внимания. Причины такого состояния преподавания химии могут быть различными, но однозначно сказываются на успешности освоения предмета.

Пример 5

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и KOH (p-p)	1) выделение бурого газа
Б) HNO_3 (p-p) и K_2CO_3 (p-p)	2) растворение осадка
В) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (p-p) и NaOH (p-p)	3) образование осадка
Г) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и HNO_3 (p-p)	4) выделение бесцветного газа
	5) изменение цвета раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г
	2	4	5	2

Ошибки в данном задании обусловлены недостатком опыта в проведении реального эксперимента, что влияет на сформированность образов реальных веществ и химических реакций. Так, некоторые экзаменуемые считают, что реакция дихромата калия со щелочью может сопровождаться выпадением осадка, так как оба вещества растворимы. Другая проблема в решении может быть связана с игнорированием данных таблицы растворимости или их неправильной интерпретацией. Определенная доля экзаменуемых (7 %) предполагает, что все реакции с азотной кислотой сопровождаются выделением бурого газа.

Задание с порядковым номером 25 было ориентировано на проверку таких элементов содержания, как «Общие представления о промышленных способах получения химических веществ», «Основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации», «Классификация волокон», «Области применения изученных веществ». Средний процент выполнения этих заданий – 57. Наибольшие трудности обучающиеся испытывали при выполнении заданий, в которых требуется указать область применения каждого конкретного вещества, а также назвать особенности промышленных способов получения изученных веществ.

Пример 6

Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) бутан	1) в качестве лекарственного препарата
Б) бензол	2) в составе газообразного топлива для автомобилей
В) глицерин	3) в качестве растворителя
	4) получение взрывчатых веществ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В
	2	3	1

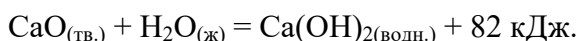
В данном задании 15 % экзаменуемых выбрали для бензола вариант ответа 4), который свидетельствует, что, по их мнению, сам бензол используется в качестве взрывчатого вещества, а 10 % такую область применения выбрали для бутана. Возможно, некоторые экзаменуемые рассматривают приведенные в перечне вещества в качестве сырья для производства, что не соответствует условию задания.

В часть 1 экзаменационной работы были включены четыре задачи, проверяющие различные **типы расчетных задач**.

Решение каждой из задач предполагало проведение одного из видов базовых расчетов и оценивалось в 1 балл. Так, задание с порядковым номером 23 предполагало проведение расчетов количества вещества для участников обратимых химических реакций (средний процент выполнения – 81). Задание с порядковым номером 26 предполагало проведение расчетов с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» (средний процент выполнения – 65). Задание 27 – на расчеты теплового эффекта по термохимическим уравнениям (средний процент выполнения – 67).

Пример 7 (задание 27)

Реакция протекает согласно термохимическому уравнению



Определите количество теплоты, которое выделяется при взаимодействии оксида кальция массой 840 г с водой. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ кДж.

Средний процент выполнения данного задания составляет 77,4. Показательно, что аналогичное задание в другом варианте, в котором в уравнении реакции присутствуют коэффициенты не равные 1, в среднем выполняется на 15 % хуже (62,2 %). Таким образом, для экзаменуемых с невысоким уровнем подготовки данный фактор оказывает серьезное влияние на успешность выполнения задания.

Задание 28 – на расчеты масс (объемов, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке или имеет примеси (средний процент выполнения – 41). Другая разновидность данного задания предполагает расчет массы или объем с учетом выхода продукта реакции от теоретически возможного.

Несмотря на сходный алгоритм выполнения задач, существуют различия в успешности их выполнения: 49,5 % для задачи на определение массовой доли примеси (пример 8) и 36,5 % для задач, предусматривающих расчет выхода продукта реакции.

Пример 8

При нагревании 132 г сульфата аммония с избытком гидроксида кальция было получено 38,08 л газа (н.у.). Определите выход продукта реакции в процентах от теоретически возможного. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ %.

Как видно по результатам выполнения заданий, наиболее трудными для обучающихся оказались задания с порядковым номером 28, предполагавшие проведение двух этапов вычислений. Один из них связан с использованием 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 представляет собой математическое вычисление процента от числа или определение числа по его проценту. Именно математические действия с процентами вызывают затруднения у многих выпускников. Подобные затруднения видны также и по более низкому проценту выполнения задания 26. Эти факты говорят о недостаточно сформированной математической грамотности выпускников. Однако важное значение имеет сформированность базовых химических понятий, таких как «чисто вещество», «смесь», «массовая доля», «раствор», «уравнение химической реакции», «тепловой эффект реакции» и др.

В часть 2 экзаменационной работы включены задания (порядковые номера – 29–34) **высокого уровня сложности с развёрнутым ответом**. Выполнение этих заданий предполагало применение экзаменуемыми комплекса различных умений на основе полученных знаний из различных тем курса химии.

Статистические данные выполнения экзаменационной работы в целом позволяют условно разделить экзаменуемых по уровню их подготовки на четыре группы. Экзаменуемые в каждой из четырех групп показали следующие результаты выполнения этих заданий.

Таблица 1

№ задания	Средний процент выполнения	Процент выполнения по группам с различной подготовкой			
		группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
29	35	0,6	12	47	86
30	57	4,0	40	79	96
31	38	1,0	15	50	89
32	41	0,6	13	61	94
33	30	0,5	7	36	87
34	12	0,01	0,3	5,3	51

Результаты, представленные в таблице 1, позволяют представить следующие выводы. Наиболее успешно экзаменуемые справляются с заданием 30, проверяющим знание химических свойств веществ-электролитов и сформированность умения составлять полные и сокращенные ионные уравнения реакций. Эти знания и умение начинают формироваться у обучающихся в курсе химии основной школы и продолжают в старшей школе при изучении новых веществ, поэтому даже в группе со слабой подготовкой отдельные обучающиеся способны выполнить задание.

Задания 31 и 32 проверяют сформированность у обучающихся умения иллюстрировать с помощью уравнений реакций генетическую связь неорганических и органических веществ соответственно. Результаты выполнения этих заданий позволяют говорить о том, что обучающиеся с хорошей и отличной подготовкой (группы 3 и 4) уверенно справляются с этими заданиями.

Задания с порядковыми номерами 33 и 34 представляют собой расчетные задачи, решение которых предполагает применение в системе нескольких базовых типов расчетов. Результаты выполнения заданий показывают, что задания линии 33 более

успешно выполнены учащимися, чем задания линии 34. Это объясняется тем, что в задании 33 алгоритмы расчетов по нахождению молекулярной формулы органического вещества хорошо известны обучающимся. Тогда как для решения задачи из задания 34 обучающимся необходимо самостоятельно выстроить порядок логических рассуждений, произвести соответствующие расчеты, иногда составить систему математических уравнений, показывающих зависимость между заданными физическими величинами. Результаты выполнения заданий 34 позволяют утверждать, что даже для обучающихся с хорошей подготовкой (группа 3) такие задания оказались наиболее сложными из заданий части 2 экзаменационной работы.

Как было показано в таблице 1, по результатам выполнения экзаменационной работы в целом все экзаменуемые были распределены по четырем группам (табл. 2).

Таблица 2

Группы экзаменуемых	Первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
Группа 1	От 0 до 10 баллов	От 0 до 36	16,2
Группа 2	От 11 до 29 баллов	От 36 до 60	35,6
Группа 3	От 30 до 45 баллов	От 61 до 80	27,1
Группа 4	От 46 до 56 баллов	От 81 до 100	21,0

На рис. 1 показано распределение групп баллов в процентах от общего числа участников; на рис. 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развернутым ответом) соответственно каждой группой участников ЕГЭ 2025 г.

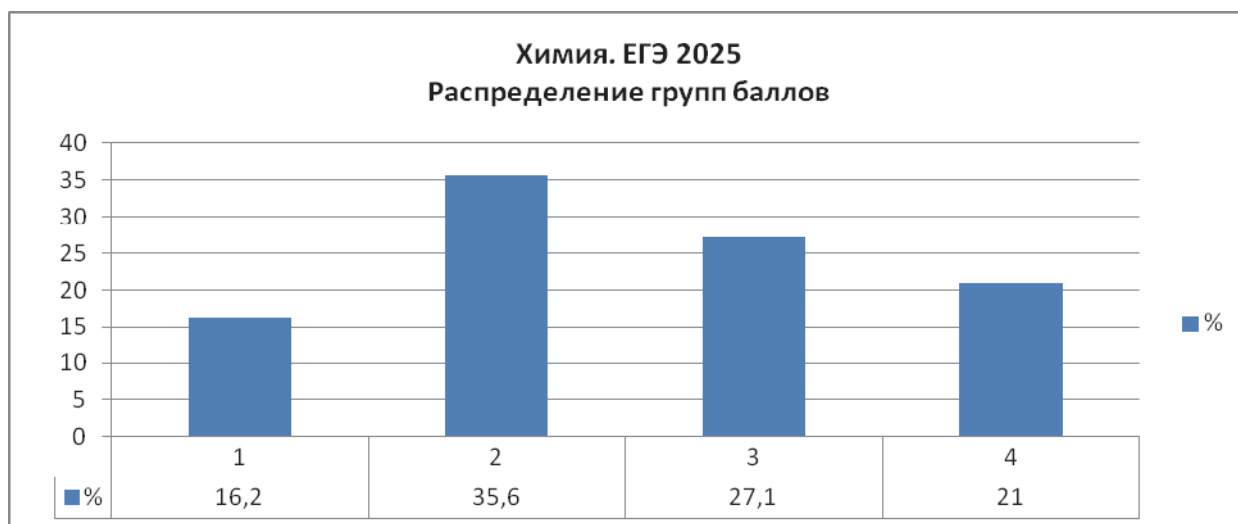


Рисунок 1

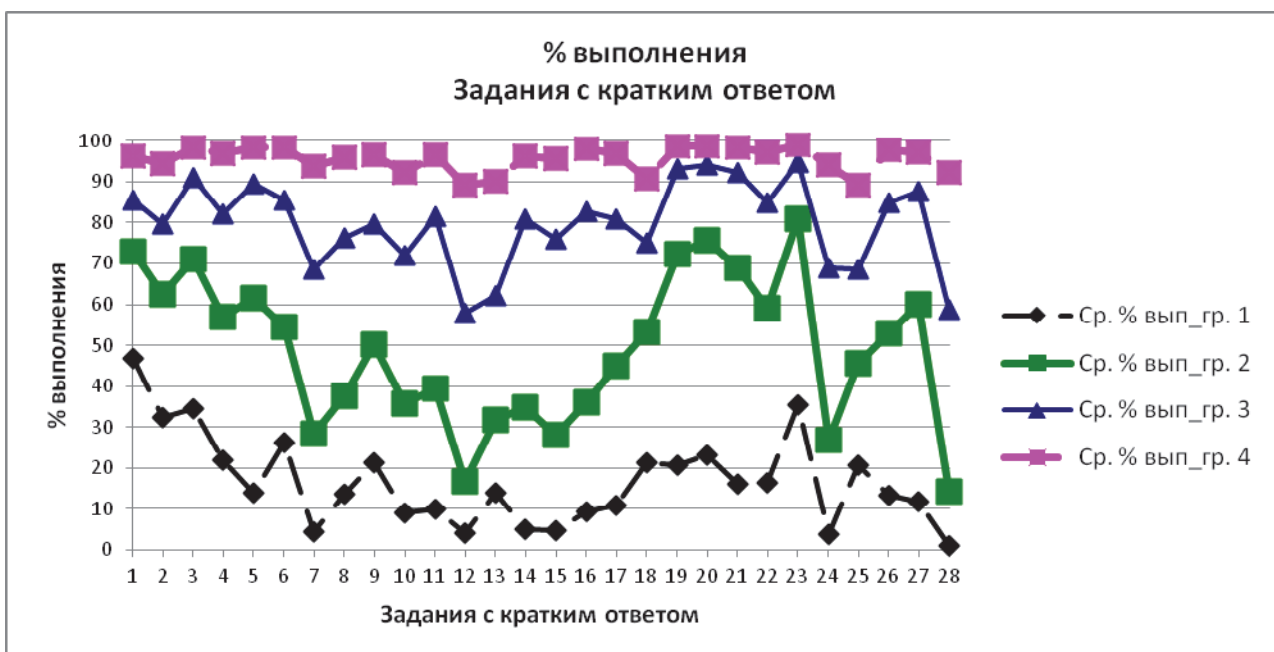


Рисунок 2

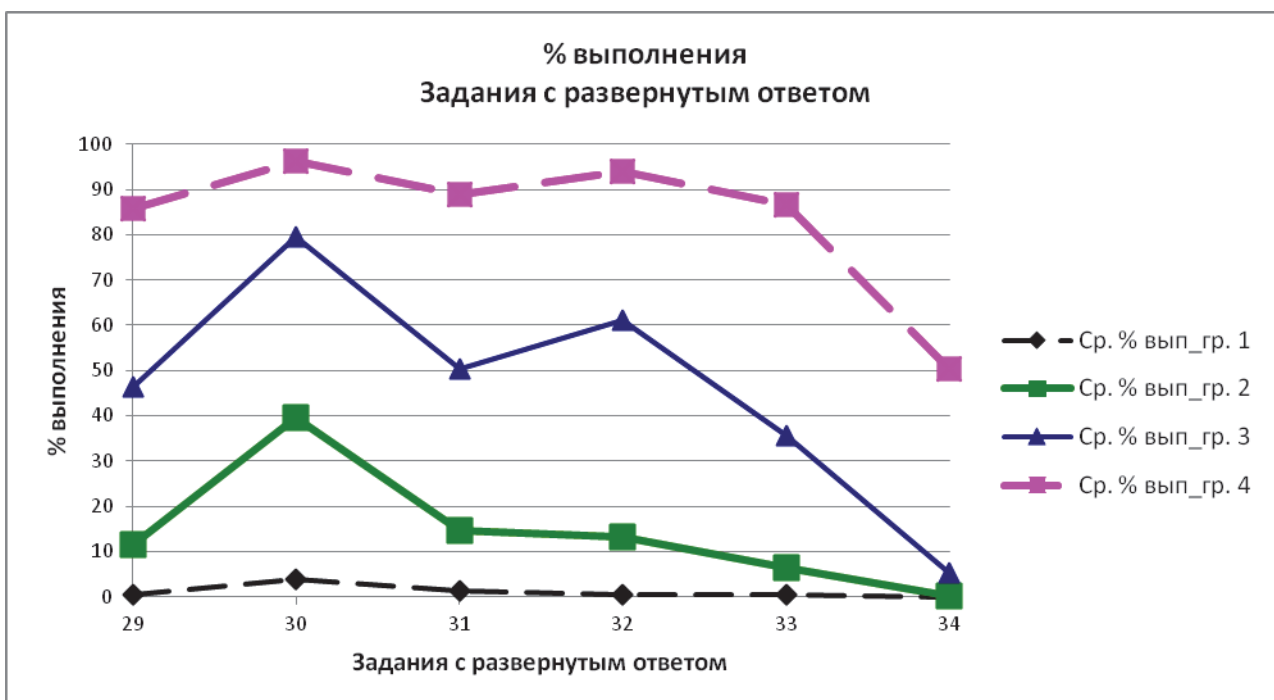


Рисунок 3

Группа 1 – низкий уровень подготовки; экзаменуемые, которые не набрали минимального балла (первичный балл – 0–10; тестовый балл – 0–33).

Данные рис. 2 показывают, что успешность выполнения заданий с кратким ответом экзаменуемых из этой группы не превышала 46,8 %. Из года в год отмечается лишь несколько заданий, которые экзаменуемые выполнили сравнительно более успешно (выше 30 % выполнения), чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания базового уровня сложности с порядковыми номерами 1, 2, 3 и 23, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

- задание 1: 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 (средний процент выполнения – 46,8);

- задание 2: 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 (32,3 %);
- задание 3: электроотрицательность. Валентность. Степень окисления (34,6 %);
- задание 23: обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ (35,6 %).

Отмечаем, что содержание, которое проверяется этими вопросами, было освоено учащимися в рамках курса химии основной и средней школы. Вопросы 1–3 относятся к базовому уровню сложности, тогда как задача 23 соответствует повышенному уровню. Решая данные задания, школьники показали понимание теории строения атома и продемонстрировали: навыки, необходимые для определения валентности и степени окисления элементов; осознание смысла Периодического закона Д.И. Менделеева и его применения для объяснения основных закономерностей в строении атомов, характеристики свойств элементов и их соединений, для демонстрации понимания связи между положением элемента в Периодической системе и свойствами соответствующих простых веществ и образуемых ими соединений; умения описывать характеристики *s*-, *p*- и *d*-элементов согласно их расположению в Периодической системе, а также производить расчеты по химическим уравнениям в условиях химического равновесия. При выполнении заданий 1, 2 и 3 от экзаменуемых требовались: знание базовых концепций и фактов, связанных со строением атомов химических элементов и их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева; умения анализировать условие задания, выделять ключевые вопросы; демонстрация навыков применения изученных правил и закономерностей, а также способностей классифицировать и делать логические выводы на основе имеющейся информации. Задание 23 представляют собой задачу повышенного уровня сложности. При выполнении этого задания экзаменуемые продемонстрировали следующие способности: понять и проанализировать условие задачи; рассмотреть, как изменяется количество вещества реагентов и продуктов в ходе реакции; учесть стехиометрию реакции и установить связь между изменениями концентраций реагентов и продуктов. Выполнение данного типа заданий подтверждает освоение определенного алгоритма, которому ученик следовал. Чем больше подход к решению задания был приближен к отработанному алгоритму (знакомой последовательности шагов), тем выше был процент выполнения задания. Таким образом, можно констатировать преимущественно репродуктивный уровень обученности данной группы экзаменуемых.

Экзаменуемые группы 1 продемонстрировали низкие результаты при выполнении заданий из раздела «Органическая химия» (задачи с номерами 10–16). Процент выполнения этих заданий не превышал 14 (от 14 % в задании 13 до 4-5 % в заданиях 12, 14 и 15). Подчеркнем, что изучение органической химии в старших классах предполагает самостоятельную работу учеников над теоретическими аспектами предмета, владение терминологией и языком структурных формул, развитие способностей сравнивать, систематизировать и обобщать приобретенные знания. Более того, успешное выполнение заданий под номерами 11–16 подразумевает глубокое понимание взаимосвязей между структурой органических соединений и их характеристиками, а также наличие развитых метапредметных компетенций и абстрактного мышления.

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

- задание 7: химические свойства важнейших металлов и их соединений. Общие способы получения металлов. Химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (средний процент выполнения – 4,5);
- задание 24: идентификация неорганических соединений. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (4 %).

Для успешного выполнения заданий 7 и 24 повышенного уровня сложности необходимо владение достаточным количеством фактологического материала, пропущенного сквозь призму осознания причин и принципов взаимодействий в химии. Важным является также формирование и развитие интеллектуальных умений: мыслить логически; использовать приемы сравнения, анализа, синтеза; выделять главное, существенное; делать выводы, обобщать; аргументированно доказывать свою точку зрения; излагать мысли последовательно, обоснованно, непротиворечиво.

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

- задание 26: способы выражения концентрации растворов, а именно массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация; насыщенные и ненасыщенные растворы, растворимость; кристаллогидраты; расчеты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость» (средний процент выполнения – 13,3);
- задание 27: расчеты теплового эффекта реакции, расчеты объемных отношений газов при химических реакциях (11,9 %);
- задание 28: расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного (1,2 %).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчетов. Формирование этих умений 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. В 2025 г. именно расчет массовой доли растворенного вещества в растворе (задание 26) оказался наиболее успешным. Показательно, что выполнение задания 27, связанного со стандартным простым алгоритмом решения через составление пропорции, оказалось впервые за несколько лет менее успешным. Вероятно, это связано с более сложной стехиометрией предложенных реакций или недостаточным пониманием количественных отношений в термохимическом уравнении, недостаточной степенью сформированности навыка составления термохимических уравнений. Наибольшую трудность традиционно вызывают задания с порядковым номером 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, нахождение выхода продукта реакции. Обращаем внимание на то, что решение задач – эффективное средство организации проблемного обучения. Этот процесс представляет собой движение от общего представления к конкретному решению. Методологически это означает переход от абстрактного мышления к практической реализации, установление связи между частными случаями и общими принципами. Следует помнить, что решение задач служит не самоцелью, а инструментом обучения,

способствующим глубокому усвоению знаний. Обычно у школьников при решении расчетных задач по химии наблюдаются специфичные трудности, обусловленные особенностями химической науки. Подобные сложности прежде всего связаны с необходимостью использования понятия «количество вещества». Данное понятие слабо подкреплено вспомогательными терминами, что снижает доступность восприятия. Такие абстракции тяжело воспринимаются учениками, поскольку отсутствуют аналоги в ранее изученных дисциплинах. К тому же измерить непосредственно определенное количество вещества невозможно, оно устанавливается лишь расчетным способом. Таким образом, ученикам основной школы, которым еще сложно оперировать абстрактными категориями, целесообразно облегчать усвоение этой темы, используя доступные средства наглядности, примеры из жизни.

Решая расчетные задачи по химии, важно учитывать тесную связь с физикой и математикой. Рекомендуется согласовать методику решения задач с физическими законами, сохраняя единообразие формы записи условий и решений. Такое правило поддерживается единым орфографическим режимом, принятым в школах. Кроме того, рациональнее использовать физико-математический подход к решению задач, когда сначала проводят расчеты, используя буквенные выражения, а затем подставляют числовые значения. Для повышения мотивации полезно привлекать жизненные примеры для обоснования необходимости химических расчетов. Можно задать на дом выполнение опыта, связав его с расчетом.

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 3). Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 1 представлены в таблице 3.

Таблица 3

Задание	Средний процент выполнения задания, %	Баллы за выполнение задания, %				
		1	2	3	4	5
29	0,63	0,69	0,29	–	–	–
30	3,8	3,0	2,3	–	–	–
31	1,3	3,1	0,81	0,14	0,04	–
32	0,63	1,5	0,45	0,18	0,05	0
33	0,51	1,5	0,03	0	–	–
34	0,01	0,01	0	0,01	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 с последующим переводом его на язык уравнений химических реакций. Большинство экзаменуемых правильно записало уравнение только одной химической реакции из четырех описанных.

Отметим, что при выполнении задания 33 некоторые экзаменуемые смогли осуществить вычисления и на их основе установить молекулярную формулу органического вещества. Но установить структуру вещества на основании ее описания и известных его химических свойств или способов получения, а также написать требуемое

уравнение реакции с участием этого вещества подавляющему большинству из этой группы не удалось.

Практически каждый экзаменуемый из этой группы не смог выполнить более 10 заданий базового уровня. Это не позволило им преодолеть минимальный порог баллов, необходимый для успешной сдачи экзамена. Данный факт свидетельствует о том, что предметная подготовка этой группы экзаменуемых не отвечает требованиям Федерального государственного образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне.

Одним из возможных методических подходов к решению данной проблемы можно рекомендовать следующий. Эффективное преподавание химии должно подчеркивать практическую направленность дисциплины и способствовать углубленному пониманию материала благодаря умелому сочетанию химического эксперимента с разнообразными формами наглядности (демонстрационные опыты, работа с макетами молекул и кристаллов, видеоролики, виртуальные лаборатории, симуляторы, когнитивные карты и прочее).

Важнейшими компонентами уроков являются лабораторные занятия и практические работы, тесно интегрированные с соответствующим теоретическим материалом. Каждый опыт должен сопровождаться инструкциями, включающими не только описание порядка проведения самого эксперимента, но и расстановку учителем акцентов, актуальных при выполнении заданий государственных итоговых экзаменов (ОГЭ и ЕГЭ). Изучение предмета должно быть всесторонним, практико-ориентированным, осуществляться в развитии и опираться на повседневный опыт обучающегося. В обучении мировоззрение складывается на основе межпредметных связей, которые наполняются конкретным содержанием, обобщаются и развиваются по мере изучения предмета, которое может ненавязчиво начинаться с начальной школы через реализацию естественно-научных пропедевтических курсов.

Параллельно с развитием практических навыков необходимо уделять постоянное внимание формированию читательских компетенций. Регулярно выполняемая работа должна помогать обучающимся совершенствовать навыки понимания текста, выделения ключевой и второстепенной информации, обобщения и компактного изложения мысли, преобразования сведений в лаконичные планы или тезисы, а также осваивать техники смыслового чтения при работе с разными видами информации.

Процесс систематизации знаний по курсу химии следует начинать с использования разнообразных учебных заданий: традиционных, нацеленных на воспроизведение базовых понятий, написание определений, составление уравнений реакций, оценка степеней окисления и другие упражнения, а также заданий с множественным выбором ответа. Такой подход обеспечит точное выявление пробелов в знаниях и проблем в их применении. Лишь на завершающем этапе подготовки допустимо включение экзаменационных форматов заданий.

При разработке содержания уроков важно обеспечивать проверку не только узкопредметных знаний по химии, но и междисциплинарных связей с физикой, биологией, математикой, географией, историей, валеологией. Учебный процесс обязательно должен содержать практико-ориентированные, интегративные и экологические задания. Следует избегать чрезмерного увлечения шаблонными заданиями, предназначенными исключительно для механического «натренировывания» решения («прорешивания») задач определенных форматов. Успех на экзаменах обеспечивается главным образом развитием навыков творческого и критического мышления, умением переносить знания из теории в реальную жизнь, тайм-менеджментом. Изложение материала следует начинать с простых тем и постепенно продвигаться к более сложным.

Можно заключить, что участники из данной группы не смогли продемонстрировать способности самостоятельно оценить уровень своей подготовленности и выстроить соответствующую стратегию самообучения, систематизируя и обобщая имеющиеся знания. Они также не проявили достаточную ответственность при решении принять участие в сложном для них испытании. Поэтому важным направлением педагогической работы должно стать формирование у обучающихся навыков самоконтроля и самооценки (например, через чек-листы, трекары достижений, ведение журналов рефлексии).

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

Наиболее продуктивно (средняя успешность выполнения 60 % и выше) экзаменуемыми данной группы были выполнены задания с порядковыми номерами 1, 2, 3, 5, 19, 20, 21, 23, 27 с помощью которых проверяют усвоение следующих элементов содержания:

- задание 1: 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 (средний процент выполнения – 72,8 %);
- задание 2: 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 (62,6 %);
- задание 3: электроотрицательность. Валентность. Степень окисления (71,2 %);
- задание 5: классификация неорганических соединений. Номенклатура неорганических веществ (61,4 %);
- задание 19: окислительно-восстановительные реакции. Поведение веществ в средах с разным значением pH. Методы электронного баланса (72,3 %);
- задание 20: электролиз расплавов и растворов солей (75,8 %);
- задание 21: гидролиз солей. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH) раствора (68,8 %);
- задание 23: обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ (81 %);
- задание 27: расчеты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям). Расчеты объемных отношений газов при химических реакциях (60,1 %).

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; выявлять характерные признаки и взаимосвязь электроотрицательности, валентности и степени окисления, применять соответствующие понятия при описании строения и свойств неорганических и органических веществ и их превращений; классифицировать неорганические вещества, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации изучаемых химических объектов; 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 солей; понимать явление гидролиза солей и давать качественную оценку величине pH 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 были продемонстрированы при выполнении заданий блока «Органическая химия» (задания 10–16) с минимальной успешностью в случае задания 12 (16,7 %) и максимальной – при выполнении задания 11 (39,5 %). Особенностью задания с порядковым номером 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. Одним из вариантов решения данной проблемы является увеличение в учебном процессе количества заданий, предусматривающих открытый ответ, чтобы позволить обучающимся приобрести необходимые навыки обоснования предложенного решения.

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

- задания 7 и 8: химические свойства важнейших металлов и их соединений. Общие способы получения металлов. Химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (средний процент выполнения – 28,3 и 37,7 соответственно);
- задание 24: идентификация неорганических соединений. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (26,9 %);
- задание 28: расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного (14,2 %).

Заметим, что внесение корректив в модель задания 17 (вместо задания на выбор нескольких вариантов ответа было использовано задание на установление соответствия между позициями двух множеств) привело к повышению до 45 среднего процента выполнения данного задания. Экзаменуемые из рассматриваемой группы недостаточно прочно овладели способностью решать задачи базового уровня сложности. Особенно большие затруднения у них возникли при выполнении заданий, требующих вычислить массу вещества либо объем газа по известному количеству вещества, массе или объему другого компонента реакции, определить выход продукта реакции в массовых или объемных долях относительно теоретически возможного, а также рассчитывать массовые доли (массы) компонентов смесей (наиболее трудным среди прочих заданий с кратким ответом оказалось задание 28). Заметим, что наибольшие трудности вызывают у экзаменуемых задачи на нахождение массовой доли примеси в техническом образце, особенно если подача условия производится в практическом ключе. Данный результат еще раз подтверждает необходимость практико-ориентированного обучения решению химических задач с моделированием и/или наглядным подтверждением идей, предусмотренных условием задачи. Наблюдается также зависимость успешности решения задания 28 от объектов в условии. Так, например, в частности задание с тетрагидроксоцинкатом калия, образующимся в результате реакции, показало лишь 20,1 % успешного выполнения экзаменуемыми данной группы.

Задания части 2 экзаменуемые из группы 2 выполнили несколько лучше, чем из группы 1. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом экзаменуемыми из группы 2 представлены в таблице 4.

Таблица 4

Задание	Средний процент выполнения задания, %	Баллы за выполнение задания, %				
		1	2	3	4	5
29	11,7	5,7	8,9	–	–	–
30	39,7	14,1	32,7	–	–	–
31	14,6	18,7	12,8	3,3	1,1	–
32	13,3	12,4	8,6	6,4	3,1	1,0
33	6,5	13,7	1,8	0,71	–	–
34	0,26	0,73	0,07	0,04	0,02	–

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 9 %. 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 и написать уравнение реакции с его участием удалось лишь немногим.

Более разнообразный (по сравнению с предыдущей группой) набор умений позволил данной группе экзаменуемых успешно выполнить не только 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.

Таким образом, выпускники с удовлетворительной подготовкой подтвердили усвоение базовых теоретических концепций курса химии и основ неорганической химии. Вместе с тем знания о строении и свойствах органических веществ остаются поверхностными, а навыки проведения расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций сформированы недостаточно. Несмотря на это, для представителей данной группы можно констатировать наличие минимально необходимых основ химической грамотности, позволяющих продолжить дальнейшее изучение химии в вузах.

Относительно невысокие показатели выполнения большей части заданий указывают на недостаточность целостности и внутренней упорядоченности знаний обучающихся, а также на неполноту понимания взаимозависимости между структурой вещества и его характерными свойствами. Это выражается в ограниченной осведомленности о химических свойствах как неорганических, так и органических соединений, дефиците понимания закономерностей протекания химических превращений, низком уровне знакомства с признаками и условиями осуществления изучаемых процессов, основами производственных технологий и промышленными реакциями и т.п.

Важнейшим условием для повышения уровня знаний по химии у обучающихся является создание обстановки, при которой знания вытекают из личного опыта самих обучающихся. Примерами таких заданий могут служить следующие. Почему кислород хранят в стальных баллонах под высоким давлением, а попадание даже малейшего количества масла категорически недопустимо? На лабораторном столе находятся

стеклянный стакан, вода, порошки серы и железа, магнит, бумага и шпатель. Подумайте, какие несложные эксперименты можно поставить, чтобы установить свойства данных веществ после их смешивания.

Полезной окажется работа с заданиями разного типа (выбор ответа, короткий ответ, развернутый ответ), так как она помогает развить понимание того, что правильный ответ возможен только при полном анализе условия задачи и правильном выборе стратегии решения. Одновременно развивается навык рационального распределения времени, отведенного на выполнение экзаменационной работы.

Группа 3 – хорошая подготовка (первичный балл – 30–45; тестовый балл – 61–80)

Большинство заданий базового уровня сложности было успешно выполнено представителями данной группы экзаменуемых с результатом выше 70 % (рис. 2). Это свидетельствует о том, что они хорошо освоили знания, охватывающие все основные блоки содержания курса химии. Экзаменуемые демонстрируют уверенное владение химическими понятиями, понимают существующие между ними взаимосвязи, умеют устанавливать закономерности изменения свойств химических элементов и их соединений в пределах групп и периодов, знают химические свойства как неорганических, так и органических веществ, понимают особенности протекания химических реакций и другие ключевые моменты.

Сформированная у экзаменуемых система химических знаний позволяет им успешно выполнять задания различной сложности, производя логические выводы и устанавливая взаимосвязи между элементами. Представители данной группы также продемонстрировали стабильно сформированные навыки, включающие выполнение нескольких последовательных мыслительных операций: описание химических свойств простых и сложных веществ на основе их состава и структуры, прогнозирование продуктов и признаков химических реакций, определение условий и возможностей протекания реакций и многое другое. При этом отметим сравнительно низкие результаты (менее 70 %) выполнения задания со следующими проверяемыми элементами содержания:

- задание 7: химические свойства важнейших металлов и их соединений. Общие способы получения металлов. Химические свойства важнейших неметаллов и их соединений (средний процент выполнения – 68,5);
- задание 12: химические свойства углеводов. Химические свойства кислородсодержащих соединений (57,8 %);
- задание 13: 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 (62,2 %);
- задание 24: идентификация неорганических соединений. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Идентификация органических соединений. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (68,9 %);
- задание 25: 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 углеводов). Строение и структура полимеров. Зависимость свойств полимеров от строения молекул. Основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации. Классификация волокон (68,5 %);

- задание 28: расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного (58,9 %).

Тенденция успешности выполнения заданий 7, 12, 13, 24, 25, 28 коррелирует с таковой предыдущих групп. Как уже отмечалось выше, успешность выполнения данной группой экзаменуемых задания 17, модель которого более не подразумевает неопределенность в количестве правильных ответов, в 2025 г. возросла до 81 %. Стабильно низкий результат выполнения задания 12 и резко возросшая успешность выполнения задания 17 после смены модели на таковую с фиксированным количеством ответов говорят о недостаточном развитии уровня стратегического мышления у выпускников, сложности восприятия многозначности и вариативности, а также о недостаточности развития навыков обработки информации. На качество выполнения заданий 7 и 24 влияли навык работы со справочными материалами (часто оставалась незамеченной нерастворимость вещества в воде), знание окислительно-восстановительных свойств веществ и химических свойств простых веществ-металлов. Вызывали трудности качественные реакции органических веществ, описание реакций с множественными признаками, а также задания, связанные с указанием цветов осадка и/или раствора. Во время выполнения задания 12 экзаменуемые совершали ошибки при работе с тривиальными названиями веществ и систематическими названиями органических солей, а также сосредоточивали внимание на специфических свойствах веществ, упуская из поля зрения такие характеристики, как общие свойства кислот, кислотные свойства терминальных алкинов и окислительно-восстановительные свойства кислородсодержащих соединений. Существенные затруднения вызывают у экзаменуемых задания, связанные с установлением механизма описанной реакции, причем соотношение числа экзаменуемых, давших полностью правильный ответ к таковым и полностью неправильный ответ, составило примерно 1:1. Количество правильных ответов при этом составило всего 21,7 % от общего количества ответов. Типичные ошибки в задании 13 связаны с классификацией и химическими свойствами аминов, номенклатурой высших жирных кислот и их солей. Наибольшие затруднения при выполнении задания 25 у экзаменуемых вызывали вопросы об областях применения углеводов, азотсодержащих соединений и неорганических солей, о тривиальных названиях полимеров.

Экзаменуемые из данной группы в основном успешно справились с заданиями повышенного уровня сложности. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 3 представлены в таблице 5.

Таблица 5

Задание	Средний процент выполнения задания, %	Баллы за выполнение задания, %				
		1	2	3	4	5
29	46,5	8,6	42,2	–	–	–
30	79,4	11,1	73,9	–	–	–
31	50,3	20,7	27,3	22,2	14,8	–
32	61,0	9,4	14,6	20,7	24,2	21,5
33	35,5	29,7	10,8	18,4	–	–
34	5,3	10,8	2,2	0,86	0,88	–

Задание 30 большинством участников из этой группы выполнено вполне успешно: они справились с ним полностью и заработали максимальный балл – 2. Задания 29, 31 и 32 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу

экзаменуемых. Интересно отметить изменение в динамике результатов выполнения заданий 31–33 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 группе 3 – процент получения более высокого балла за выполнение задания 32 немонотонно возрастает, достигая максимума в точке, соответствующей 4 баллам из 5 возможных. В задании 29 прослеживается монотонное возрастание, но доля успешно справившихся с данным заданием невелика. Приблизительно поровну разделились доли экзаменуемых, получивших 1, 2 и 3 балла за выполнение задания 31 (максимум приходится на оценку в 2 балла). В динамике решения задачи 33 наблюдается немонотонное убывание с минимумом в точке, соответствующей 2 баллам. Наиболее трудной оказалась задача 34, большинство приступивших к ее решению справилось только с составлением уравнений реакций тех химических процессов, которые описаны в условии задачи. Получить максимальный балл удалось лишь немногим выпускникам; соотношение выпускников, получивших за решение задачи 34 3 и 4 балла, составляет 1:1. Более успешно была решена задача 33, однако большинство экзаменуемых сумело лишь установить молекулярную формулу неизвестного вещества, что отличает результат ЕГЭ 2025 г. от такового прошлого года.

Значимым этапом в подготовке к экзаменам может стать регулярное решение задач, отличающихся от стандартного формата и модели заданий, присутствующих в материалах ЕГЭ. Это позволит обучающимся обрести навык разработки собственного алгоритма решения в случаях необычной постановки задачи, а также умение действовать в новых ситуациях. В некоторых случаях полезно предварительно расписывать общую схему вычисления искомых величин, минуя промежуточные подсчеты, и предлагать несколько альтернативных способов решения задачи, сравнивая их и выбирая оптимальный. Целесообразно устраивать интегрированные уроки, совмещая химию с математикой, физикой и биологией, что способствует формированию целостного видения окружающего мира, основанного на осознании взаимосвязанности и взаимозависимости всех его составляющих.

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

Представители данной группы экзаменуемых продемонстрировали уверенное владение содержанием курса химии на всех уровнях сложности. Практически все задания части 1 экзамена выполнены ими с показателем успешности более 90 %, что подтверждает их способность гибко сочетать химические понятия в зависимости от характера и сложности поставленных задач. Значительную роль в достижении успешных результатов играет высокая степень сформированности метапредметных навыков, естественно-научной и естественно-математической грамотности, включающих умение извлекать из условия задачи необходимую информацию, анализировать ее и трансформировать в требуемый формат для дальнейшего решения.

Подобные результаты показывают, что представители данной группы экзаменуемых глубоко понимают теоретический и фактический материал курса, включая основные понятия, законы, теории и химическую терминологию. Они способны: обобщать и систематизировать информацию; устанавливать аналогии и применять знания в измененной обстановке или совершенно новых, незнакомых ситуациях, например не только объяснять сущность известных типов химических реакций, но и предвидеть условия и продукты конкретных реакций; выявлять причинно-следственные связи между элементами содержания курса; выполнять расчеты различной сложности, используя химические формулы и уравнения реакций; адекватно оценивать реальные ситуации; использовать собственный опыт для приобретения новых знаний и нахождения оптимальных способов решения возникающих задач.

С результатом менее 90 % выполнены задания базового уровня сложности со следующими проверяемыми элементами содержания:

- задание 12: химические свойства углеводов. Химические свойства кислородсодержащих соединений (средний процент выполнения – 89,3);
- задание 25: 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 (89,1 %).

Выше отмечалось, что задание 12 предполагало неопределенное количество правильных ответов, что вызвало сложности даже у отлично подготовленных обучающихся: одни выбрали не все верные варианты, другие добавили лишние, в результате задание оказалось невыполненным полноценно. Задание 25, обладая базовым уровнем сложности, требует от обучающихся способности применить полученные знания в практическом ключе и наличия прочных межпредметных связей со смежными дисциплинами. Эффективное выполнение данного и других рассмотренных выше заданий возможно только при высоком уровне читательской грамотности, способности проводить анализ и синтез, опираясь на глубокое понимание химических свойств и признаков реакций основных классов неорганических соединений.

Выполнение заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 4 представлено в таблице 6.

Таблица 6

Задание	Средний процент выполнения задания, %	Баллы за выполнение задания, %				
		1	2	3	4	5
29	85,7	3,8	83,8	–	–	–
30	96,3	3,4	94,7	–	–	–
31	88,8	3,5	6,9	18,9	70,2	–
32	94,0	0,19	1,0	4,7	16,5	77,5
33	86,6	9,9	8,5	77,6	–	–
34	50,5	21,4	12,8	9,3	31,7	–

Результаты выполнения заданий показывают, что большая часть экзаменуемых выполнила задания с развернутым ответом на максимальный балл.

Заметим, что задание 34 оказалось трудным для выполнения большинству экзаменуемых из данной группы. Интересно отметить, что процент получения более высокого балла за решение этого задания немонотонно возрастал, достигая максимума в точке, соответствующей максимальному баллу. При этом доля выпускников, способных составить только лишь уравнения реакций, о которых идет речь в условии задания, и доля сумевших правильно соотнести заданные физические величины с химической сутью задания и выстроить дальнейший логический путь решения задачи – выявить математическую зависимость и на ее основе составить математическое уравнение для правильного нахождения промежуточных и конечной неизвестных физических величин, сопоставимы.

Создание развернутого ответа на задания высокой сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условий каждого задания. Дальнейшее построение ответа будет прямо зависеть от ясности понимания, какие именно понятия, формулы, уравнения реакций и в каком порядке потребуется использовать при решении расчетных задач. Особое внимание следует уделить составлению краткого условия задания, указанию размерности физических величин при оформлении решения, строгому отслеживанию логичности рассуждений и их соответствию требованиям условия задания.

Важным направлением работы учителя для педагогической поддержки и развития потенциала данной группы учеников является раннее выявление исследовательских и математических способностей у обучающихся на начальных этапах изучения химии. Другие направления могут включать: расширение программы посредством организации курсов внеурочной деятельности и дополнительного образования по химии и смежным дисциплинам, использование пособий, дополняющих основной учебник, применение современного оборудования в школе и за ее пределами для решения разнообразных практических задач, в том числе путем использования ресурсов города / региона проживания, участие в конференциях разного уровня, от школьного до регионального и всероссийского масштаба; формирование базы специальных заданий, способствующих углубленному изучению химии и смежных наук.

Отсутствие существенных обновлений в моделях заданий в КИМ ЕГЭ 2025 г., позволило преподавателям сосредоточить внимание на совершенствовании методики изучения химического материала, вызывавшего наибольшие затруднения при его усвоении и как результат при выполнении заданий по соответствующим темам школьного курса химии. Важными условиями эффективности данной работы становятся реализация системно-деятельностного подхода, а также применение элементов проблемного обучения как средства развития мотивации к изучению предмета.

Не менее значимым аспектом в работе должно стать усиление внимания формированию универсальных учебных действий – основной составляющей метапредметных планируемых результатов. Для их достижения необходима систематическая работа по формированию читательской и математической грамотности, которые входят в функциональную грамотность.

Не вызывает сомнений, что практически в любой сфере деятельности от специалиста требуется умение грамотно формулировать мысли, причем как в устной, так и в письменной форме. Не менее значимыми являются и навыки читательской грамотности, т.е. умение осуществлять поиск и переработку информации, представленной в различной форме (таблица, схема, график и др.). И если факт необходимости овладения элементами читательской грамотности, как правило, сомнений у обучающихся не вызывает, то необходимость математической подготовки, например, в гуманитарной или естественно-научной сфере, требует постоянной аргументации.

По мнению известного психоаналитика К. Юнга, рациональные (мышление и чувства) и иррациональные (ощущения и интуиция) психические функции у большинства людей взаимосвязаны, поэтому доминирование одной из функций внутри выделенных групп приводит к угнетению другой функции, т.е. мышление исключает чувство, а ощущение – интуицию и наоборот. Таким образом, именно взаимное развитие разных составляющих мышления позволяет человеку получать максимально полную информацию об окружающих объектах и явлениях. И курс химии в этом отношении предоставляет неограниченные возможности, выполняя в значительной степени функцию каркаса (скелета) мышления.

Говоря о содержании любого курса химии, можно выделить три основных аспекта: логический, образный и технический.

Для гуманитарного направления наибольшее значение в подготовке имеет образный аспект, включающий критическое и образное мышление, понятие о гармонии и пропорциях.

В естественно-научном направлении подготовки выделить наиболее значимый из трех весьма затруднительно. Комбинирование знаково-символической системы с представлениями об объектах (невидимого) микромира и образами реальных веществ и химических реакций – одна из основных причин затруднений в изучении курса химии. А если к вышеназванным компонентам добавить количественные соотношения и химико-технологические процессы, то становится очевидным, что для усвоения курса необходима прочная опора, важной составляющей которой может и должна стать прочная база математических знаний.

Рассмотрим направления применения математической подготовки при изучении химии:

- 1) действия со знаково-символической системой: составление формул и уравнений молекулярных, реакций ионного обмена, окислительно-восстановительных реакций;
- 2) расчеты с использованием физических и химических величин и/или расчетных формул;
- 3) расчеты по химическим формулам;
- 4) расчеты по уравнениям химических реакций;
- 5) использование данных, представленных в форме графиков, диаграмм, шкал, таблиц; их последующее преобразование и использование при выполнении заданий.

Если конкретизировать приведенный перечень в аспекте математических умений, применяемых при решении расчетных задач, то в качестве наиболее востребованных укажем следующие операции:

- использовать понятие «наименьшее общее кратное» при составлении формул веществ (по валентности, степеням окисления, зарядам ионов);
- нахождение доли (процента) числа;
- составлять записи, включающие формулы ионов, имеющих положительные и отрицательные заряды, например записи полного и сокращенного ионных уравнений реакций;
- проводить вычисления с простыми и десятичными дробями, в том числе округлять значения с заданной степенью точности;
- составлять пропорции и проводить по ним вычисления;
- проводить сложение, вычитание, перемножение степеней (при использовании химических констант);
- вычислять значения алгебраических выражений (линейных уравнений) с одной или двумя переменными;
- использовать понятие «десятичный логарифм» (расчет значения pH).

О существенных проблемах в уровне сформированности навыков решения расчетных задач свидетельствуют результаты ЕГЭ по химии. Так, задания базового уровня 26, 27 и 28 (часть 1) были выполнены на 64,6 %, 67,5 % и 40,6 % соответственно.

При этом следует заметить, что отработка решения задач 26 и 27 предусмотрена еще в основной школе. Так, решение задач с использованием понятия «массовая доля» или пропорции начинается еще в 8 классе. В разделе «Первоначальные химические понятия» предусмотрено вычисление массовой доли химического элемента по формуле вещества, а в теме «Растворы» – нахождение массовой доли растворенного вещества в растворе.

Ключевой информацией при решении задачи 26 является знание и понимание формулы, отражающей взаимосвязь нескольких величин: массы растворенного вещества в растворе, массы раствора, массовой доли растворенного вещества.

$$\omega(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{раств. в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{раств. в-ва})}{m(\text{раств. в-ва}) + m(\text{H}_2\text{O})}$$

Пример задания 26.

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. В ряде задач требуется умение преобразовать формулу для нахождения массы растворенного вещества.

$$m(\text{раств. в-ва}) = \omega(\text{р-ра}) \cdot m(\text{р-ра}) = 115 \cdot 0,2 = 23 \text{ г}$$

Далее следует воспользоваться исходной формулой, подставив в нее все имеющиеся данные.

$$\begin{aligned} \omega(\text{р-ра}) &= \frac{m(\text{раств. в-ва})}{m(\text{р-ра})} = \frac{m(\text{раств. в-ва}) + m(\text{доб. раств. в-ва})}{m(\text{р-ра}) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{доб. раств. в-ва})} = \\ &= \frac{23 + 27}{115 + 58 + 27} = \frac{50}{200} = 0,25, \text{ или } 25\% \end{aligned}$$

К сожалению, даже в арифметических расчетах, обучающиеся совершают большое количество ошибок: неправильно переводят проценты в доли, не учитывают добавление воды или растворенного вещества, делят массу раствора на массу растворенного вещества и умножают на 100 %, неправильно округляют полученное значение и др.

Еще более простое решение предусматривает задание 27.

Пример задания 27.

Определите количество теплоты, которое выделится при сгорании 2,3 г этилового спирта в соответствии с термохимическим уравнением реакции: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ж})} + 3\text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 1374 \text{ кДж}$. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ кДж.

Один из способов предполагает три последовательных действия, а другой – решение с помощью пропорции.

Способ 1

1) Находим количество вещества (моль) этилового спирта:

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) : M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 2,3 : 46 = 0,05 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = [Mr] = 2Ar(\text{C}) + 6Ar(\text{H}) + Ar(\text{O}) = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 46 \text{ г/моль}$$

2) По уравнению реакции 1 моль ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) – 1374 кДж

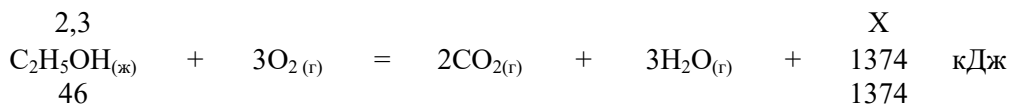
По решению задания 0,05 моль ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) – X кДж

3) Рассчитываем количество выделившейся кислоты:

$$X = 0,05 \cdot 1374 = 68,7 \text{ кДж}$$

Способ 2

Для решения задания обучающихся записывают данные над и под веществами в уравнении реакции.



$$X = 2,3 \cdot 1374 / 46 = 68,7 \text{ кДж}$$

Как показывает практика преподавания, данный способ предполагает более формальный подход к решению, т.е. обучающиеся не всегда понимают суть выполняемых действий (механическая расстановка данных), что нередко приводит к неправильной записи данных над и под уравнением реакции в случае незначительного изменения формулировки задания, а следовательно, и ошибкам в решении.

Из приведенных примеров видно, что большинство задач части 1 решаются в два-три действия, и предусматривают использование пропорции или нахождение процента от числа. Однако полученные в рамках ЕГЭ варианты ответов свидетельствуют о низком 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.

Следует напомнить, что речь идет о выпускниках, завершивших обучение в школе, осознанно выбравших экзамен по химии и планирующих продолжить образование в вузах химического или медицинского профиля, а результат экзамена не всегда высокий. И это при том, что основной содержательной опорой в решениях являются понятия «доля», «процент» и «пропорция», усвоение которых начинается еще в курсе математики 3 класса («доля от числа» и «проценты») и продолжается в 5–8 классах.

Однако во всех случаях сформированность данного умения остается на низком уровне. Получается, что за весь период обучения математике и четыре года изучения химии 30–40 % выпускников так и не освоили решение заданий, проверяющих указанные умения.

Среди возможных вариантов решения проблемы можно рассмотреть согласование подходов к объяснению данного материала между учителями математики и химии. Речь может идти как о методических особенностях объяснения материала, так и о содержательном наполнении обучения решению задач на уроках математик, учитывающем химическое содержание.

Еще более низкие результаты выпускники получили при решении задачи 28, в которой также предполагается опора на вышеназванные понятия. К выполнению задания 28 даже не приступает (!) от 25 % до 35 % выпускников. Может быть, оно предусматривает слишком сложные действия? Безусловно, нет. Возможно только в них только в более явной форме используется химическая терминология: «массовая доля примесей» и «массовая доля выхода продукта реакции от теоретически возможного».

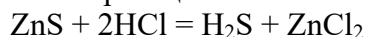
Рассмотрим пример задания 28.

Вычислите объём газа (н.у.), полученного действием избытка раствора соляной кислоты на 200 г технического сульфида цинка, в котором массовая доля несulfидных примесей составляет 3 %. Запишите число с точностью до десятых.

Ответ: _____ л.

Приведем вариант решения.

1. Составим уравнение химической реакции:



2. Определим массу примесей в техническом сульфиде цинка:

$$m_{(\text{прим.})} = m_{(\text{техн. образца})} \cdot \omega_{(\text{прим.})} = 200 \text{ г} \cdot 3 : 100 = 6 \text{ г}$$

3. Вычислим массу и количество вещества чистого сульфида цинка:

$$m(\text{ZnS}) = 200 \text{ г} - 6 \text{ г} = 194 \text{ г}$$

$$n(\text{ZnS}) = 194 \text{ г} : 97 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$$

4. По уравнению реакции: $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{ZnS}) = 2 \text{ моль}$

5. Вычислим объем сероводорода:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot V_m = 2 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 44,8 \text{ л}$$

Как видно из решения, оно предусматривает достаточно простые, логически выстроенные действия. И безусловно, этих действий больше, чем в заданиях 26 и 27. Но, как и в задании 26, одно из них предусматривает расчеты с использованием процентов. В некоторой степени задача 28 может вызвать дополнительное затруднение из-за необходимости составить уравнения реакции, однако они, как правило, не являются очень сложными, а следовательно, это действие не должно становиться для обучающихся 11 класса столь существенным препятствием, чтобы не приступить к решению.

Предпринимаемые в рамках решения расчетных задач действия (мыслительные операции) имеют строго алгоритмический или комплексный характер, т.е. требуют опоры на владение совокупностью математических знаний и умений. Так, например, элементарный расчет массовых долей по формуле вещества включает в себя расчет относительной молекулярной массы вещества, что, в свою очередь, предполагает усвоение умения вычислять произведение относительной атомной массы и индекса. При этом значение относительной атомной массы используется с точностью до целых, а следовательно, требуется уметь округлять. Это же умение требуется и при записи ответов к расчетным задачам 26–28. Анализ верных ответов показывает, что даже выпускники 11 класса допускают ошибки в данной операции, отработка которой также начинается еще в 5 классе. По сути, в основе решения заданий 26, 27 и 28 лежат именно действия с процентами и использование пропорции. Вышеназванные математические операции актуальны как в разных учебных дисциплинах (физика, химия, география, обществознание), так и в повседневной жизни (покупки, банковские услуги, строительство и ремонт и др.), что позволяет отнести их к универсальным учебным действиям, а следовательно, метапредметным планируемым результатам.

В результатах ЕГЭ показательным также является многообразие ответов на расчетные задачи. Такие ошибки свидетельствуют о дефицитах в сформированности не только элементов математической грамотности, но и регулятивных универсальных учебных действиях, прежде всего умения следовать инструкциям: достаточно большая доля ответов (4–6 %) имеет неправильную точность округления. Часть ответов имеет кратные значения (2–5 %), что говорит о проблемах в сформированности понимания элементарных химических знаний, в частности в понимании роли коэффициентов в расчетах по уравнению реакции.

Если проанализировать процесс решения большинства расчетных задач по химии, то можно назвать несколько составляющих. Показательно, что планируемый результат «решать текстовые задачи» встречается даже в требованиях, предъявляемых к образовательной подготовке обучающихся начальной школы. В основной и старшей школе набор действий, востребованных при решении задач, существенно расширяется. Приведем пример операционализации данного требования:

- выделять в задаче условие, вопрос, данные, искомое;
- выполнять краткую запись задачи, используя обозначения физических величин и числа;

- выбирать данные и формулы, необходимые для решения задачи;
- решать простые и составные задачи, предусматривающие выполнение одного или нескольких действий;
- оценивать правильность хода решения и реальность ответа на вопрос задачи;
- составлять задачу по краткой записи, рисунку, схеме, числовому выражению;
- записывать ответ в соответствии с требованиями, указанными в условии.

Последовательная отработка вышеперечисленных умений должна осуществляться с простейших задач по химии, в том числе приведенных выше.

Изложение материала следует начинать с простых тем и постепенно переходить к более сложным, постепенно включая новые действия и расширяя их разнообразие. Следует избегать чрезмерного увлечения шаблонными заданиями, предназначенными исключительно для механического «натренировывания» решения («прорешивания») задач определенных форматов. Значимым этапом в подготовке к экзаменам может стать регулярное решение задач, отличающихся от стандартного формата и модели заданий, присутствующих в материалах ЕГЭ. Это позволит обучающимся обрести навык разработки собственного алгоритма решения в случаях необычной постановки задачи, а также освоить умение действовать в новых ситуациях.

Сложность в решении заданий состоит и в том, что в химических расчетах одновременно используются не только две системы символов – химические формулы и математические выражения, но и теоретические знания. Чтобы преодолеть эти трудности у обучающихся, крайне важно показать им, что любые химические расчеты основываются исключительно на применении моля как единицы количества вещества. Обучающиеся должны прочно усвоить этот факт, осознать физический смысл числа Авогадро как «коэффициента пропорциональности». При подборе задач необходимо стремиться к тому, чтобы стимулировалось активное использование понятия «моль», а не привычные, но при этом не всегда осмысливаемые пропорции. После укрепления в сознании обучающихся понимания того, что количественные соотношения веществ всегда выражаются в молях, можно приступать к изучению промежуточных формул, демонстрируя взаимосвязь между массой и количеством вещества, объемом и количеством вещества.

Для самоконтроля и улучшения запоминания можно использовать прием размещения таблицы с соответствующей схемой и формулами на начальном этапе изучения. Эффективно и постоянное самостоятельное выведение обучающимися данных формул. Обучающиеся должны осознанно воспринимать и усваивать величины, используемые в формулах.

В некоторых случаях полезно предварительно расписывать общую схему вычисления искомых величин, минуя промежуточные подсчеты, и предлагать несколько альтернативных способов решения задачи, сравнивая их и выбирая оптимальный.

Эффективным методом обучения решению расчетных задач является проблемное обучение, с опорой на практико-ориентированные, в том числе жизненные, ситуации. Этот процесс представляет собой движение от общего представления к конкретному решению. Методологически это означает переход от абстрактного мышления к практической реализации, установление связи между частными случаями и общими принципами. Следует помнить, что решение задач служит не самоцелью, а инструментом обучения, способствующим глубокому усвоению знаний. Обычно у школьников при решении расчетных задач по химии наблюдаются специфичные трудности, обусловленные особенностями химической науки. Подобные сложности связаны прежде всего с необходимостью использования понятия «количество вещества». Данное понятие слабо подкреплено вспомогательными терминами, что снижает доступность восприятия. Такие абстракции тяжело воспринимаются учениками, поскольку отсутствуют аналоги в ранее изученных дисциплинах. К тому же измерить непосредственно определенное количество вещества невозможно, оно устанавливается лишь расчетным способом.

Для самоконтроля и улучшения запоминания можно использовать прием размещения таблицы с соответствующей схемой и формулами на начальном этапе изучения. Эффективно и постоянное самостоятельное выведение обучающимися данных формул. Обучающиеся должны осознанно воспринимать и усваивать величины, используемые в формулах, а также их взаимосвязь.

Решая расчетные задачи по химии, целесообразно сохранять единообразие формы записи условий и решений с принятыми в физике и математике: сначала проводят расчеты в виде буквенных выражений, а затем подставляют числовые значения.

При разработке содержания уроков важно обеспечивать проверку не только узкопредметных знаний по химии, но и междисциплинарных связей с физикой, биологией, математикой, географией, историей, валеологией. Учебный процесс обязательно должен содержать практико-ориентированные, интегративные и экологические задания.

Целесообразно устраивать интегрированные уроки, совмещая химию с математикой, физикой и биологией, что способствует формированию целостного видения окружающего мира, основанного на осознании взаимосвязанности и взаимозависимости всех его составляющих.

Важное значение в отработке вышеперечисленных умений может иметь работа с банком по естественно-научной грамотности, размещенной на сайте ФИПИ.

Комплексный характер применения знаний и умений в совокупности с необходимостью применять умения работать с информацией (текстами условий заданий) и самостоятельно формулировать ответ, является оптимальной учебной базой для подготовки к экзамену. Такие задания могут быть направлены на проверку сформированности умений поиска информации и ее понимания, критического анализа и оценки информации текста, преобразования (переработки) и интерпретации информации текста.

Для отработки данных умений могут быть использованы следующие варианты заданий:

- выявлять в тексте ключевые слова и количественные данные;
- выписывать определения понятий с использованием словарей и справочников;
- осуществлять поиск дополнительной (или недостающей) информации, необходимой для ответа на вопрос и т.д.;
- оценивать правильность суждений в тексте, исходя из своих знаний (верная/неверная информация, новая/известная, сказано / не сказано и т.п.);
- формулировать и записывать ответы на вопрос на основе опорной информации, представленной в виде текста, схемы, таблицы, графика;
- составлять таблицу или схему на основе текста, заполнение таблицы;
- в процессе работы с несколькими источниками выявлять содержащуюся в них противоречивую информацию;
- составлять обобщенный план или алгоритм действий (ответа, решения) на основе прочитанного текста и т.д.

Использовать такие задания можно для отработки решения заданий экзаменационного варианта, в которых, например, встречаются описания химического эксперимента и применения веществ, а также содержатся большие объемы количественных и качественных данных о веществах и процессах. К таковым можно отнести задания, расположенные на позициях 6, 24, 25, 29, 30, 31, 33 и 34.

Пример 9 (задание 24)

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и KOH (p-p)	1) выделение бурого газа
Б) HNO_3 (p-p) и K_2CO_3 (p-p)	2) растворение осадка
В) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (p-p) и NaOH (p-p)	3) образование осадка
Г) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и HNO_3 (p-p)	4) выделение бесцветного газа
	5) изменение цвета раствора

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТВЕТ:	А	Б	В	Г

Пример 10 (задание 25)

Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
А) бутан	1) в качестве лекарственного препарата
Б) бензол	2) в составе газообразного топлива для автомобилей
В) глицин	3) в качестве растворителя
	4) получение взрывчатых веществ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТВЕТ:	А	Б	В

Значительные сложности у большей части обучающихся вызвали задания, направленные на комплексную проверку знания химических свойств неорганических и органических веществ. Так, например, в задании 7 требуется установить соответствие между веществом и тремя реагентами, с каждым из которых оно вступает в реакцию.

Пример 11

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

ВЕЩЕСТВО	РЕАГЕНТЫ
А) Al	1) Al_2O_3 , H_2O , C
Б) CaO	2) MgCl_2 , SO_2 , CO_2
В) KOH	3) KCl , H_2SO_4 (p-p), NaOH
Г) NaHCO_3	4) HCl , NaOH , H_2SO_4 (p-p)
	5) Fe , S , O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТВЕТ:	А	Б	В	Г

Сложность данного задания состоит в том, что в перечнях неорганических веществ в правом и левом столбцах указаны представители разных классов и для его выполнения требуется мысленно продумать вероятность протекания 60 химических реакций. Поэтому требуются системные знания по всему курсу неорганической химии.

Задания 13, 14 и 15 блока «Органическая химия» выполнены с более низким результатом, чем задания соответствующего уровня сложности других блоков. Сложности в изучении органической химии у школьников часто связаны с абстрактностью понятий, большим объемом информации и необходимостью визуализации молекул и реакций. Кроме того, трудности могут возникать из-за недостатка практических занятий, ограниченности связей с реальной жизнью и смежными дисциплинами, а также из-за специфической терминологии и номенклатуры. Для реализации воспитывающих, развивающих функций важно обеспечить преемственность между курсом неорганической и органической химии. Взаимосвязь этих курсов выражается в использовании в качестве опорных знаний учения о строении атома, Периодического закона, природы химических связей – тех вопросов, ответы на которые у экзаменуемых из данной группы были сравнительно успешны. Перспективным может быть также использование глоссария – собственного или опубликованного в литературе.

Для успешного выполнения вышеназванных заданий необходимо владение достаточным количеством фактологического материала, пропущенного сквозь призму осознания причин и принципов взаимодействий в химии. Возможным путем повышения качества усвоения фактических данных в химии является проведение обобщающих уроков по крупным блокам химического материала, предусматривающих применение знаний по аналогии с ранее приведенными примерами, а в дальнейшем и в незнакомых ситуациях. Большим подспорьем в подготовке являются составление обобщающих таблиц.

Важнейшей составляющей успешного выполнения многих заданий экзаменационного варианта является опора на знания и умения, которые формируются при выполнении реального химического эксперимента. Вместе с тем, как показывает школьная практика, далеко не все обучающиеся имеют такой опыт. Одним из возможных методических подходов к решению данной проблемы может стать применение разнообразных форм наглядности: демонстрационных опытов, проводимых учителем; работы с макетами молекул и кристаллов; включение в урок анимаций, видеороликов с опытами, виртуальных лабораторий. Однако это в очень незначительной степени может заменить реальный ученический эксперимент – лабораторные и практические работы. При этом важно, чтобы химический эксперимент был тесно интегрирован с соответствующим теоретическим материалом.

Каждый опыт должен сопровождаться инструкциями, включающими не только проведение самого эксперимента, но и выполнение упражнений, сходных по структуре с заданиями государственных экзаменов (ОГЭ и ЕГЭ). Очень важно предусмотреть обучение навыкам фиксации наблюдений и оформления результатов экспериментов, формулирования выводов, подкрепляемых записью уравнений реакций. Данные умения востребованы, например, при выполнении заданий 29, 30 и 31 части 2:

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ:

карбонат натрия, сульфит бария, перманганат калия, серная кислота, гидроксид железа(III), аммиак. Допустимо использование водных растворов веществ.

Пример 12 (задание 29)

Из предложенного перечня выберите два вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием простого вещества, оксида и раствора щелочи. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс (запишите уравнения процессов окисления и восстановления), укажите окислитель и восстановитель.

Пример 13 (задание 30)

Из предложенного перечня выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми сопровождается растворением осадка без выделения газа. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной возможной реакции.

Пример 14 (задание 31)

Оксид железа(III) растворили в разбавленной азотной кислоте. Образовавшееся вещество выделили и прокалили. Твёрдый остаток обработали иодоводородной кислотой. Полученное простое вещество при нагревании вступило в реакцию с концентрированным раствором азотной кислоты. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

Как видно из условий заданий, практически в каждое из них включена информация, содержащая сведения об условиях и результатах проведения химических реакций, что еще раз подчеркивает значимость проведения реальных экспериментов.

Создание записи развернутого ответа на задания высокой сложности требует от экзаменуемых глубокого анализа условий каждого задания. Построение ответа будет прямо зависеть от ясности понимания, какие именно понятия, формулы, уравнения реакций и в каком порядке потребуется использовать при решении расчетных задач. Особое внимание следует уделить составлению краткого условия задания, указанию размерности физических величин при оформлении решения, строгому отслеживанию логичности рассуждений и их соответствию требованиям условия задания.

Полезной окажется работа с заданиями разного типа (выбор ответа, короткий ответ, развернутый ответ), так как она помогает развить понимание того, что правильный ответ возможен только при полном анализе условия задачи и правильном выборе стратегии решения. При этом важно также понимание и обоснование для решения задания и формулирование ответа.

В связи с этим процесс подготовки к экзамену должен предусматривать не только выполнение письменных заданий, но и совершенствование речи обучающихся, для чего можно рекомендовать задавать обучающимся открытые вопросы, которые способны развивать умения учиться, рассуждать, аргументировать: перечислить сходство и различие в свойствах, найти ошибку в модельном задании или во время само-, взаимооценивания. Особенность преподавания химии заключается в неразрывной связи теоретических знаний с практическими занятиями. Для проведения полноценного химического эксперимента необходимы наличие оборудованной школьной лаборатории, чистота реагентов и соблюдение рекомендаций по проведению опытов. Однако некоторые, наиболее сложные эксперименты невозможны в условиях обычной школьной лаборатории. Эту проблему решает применение информационных технологий, позволяющих расширить образовательные горизонты. Специальные цифровые программы позволяют моделировать структуру атомов, процессы гибридизации атомных орбиталей, наблюдать за химическими процессами, предоставляют возможность решать задачи, проходить тестирование, отвечать на контрольные вопросы.

Комплексный подход к преподаванию химии в основной и средней школе в рамках системно-модульной технологии, а также усиление доли практических занятий (проведение лабораторных работ, планирование, выполнение, обработка и анализ результатов химического эксперимента) позволят обеспечить системность подачи материала, улучшить усвоение химических свойств веществ, качественных реакций, основ химического производства и развить навыки решения химических задач. Нужна также системная работа по развитию математических операций, необходимых для решения химических задач: деление, умножение, нахождение процента от числа, округление.

Один из путей повышения качества образования у обучающихся – внедрение активных методов обучения, обеспечивающих более глубокое погружение в учебный материал, например: создание проблемных ситуаций; моделирование реальных жизненных ситуаций; групповая форма обучения, подразумевающая распределение ролей и обязанностей в группе; мини-проекты и исследования, реализуемые совместно командой обучающихся, включающие проведение экспериментов, направленные на приобретение практических навыков. Активные методы позволят проявлять инициативу и независимость в процессе обучения, снизят боязнь ошибиться и создадут атмосферу свободы обсуждения и общения в классе. Многие активные формы занятий включают в себя элементы соревнования, что дополнительно стимулирует заинтересованность и вовлеченность обучающихся.

Немаловажным станет формирование информационных компетенций. Например, при изучении новых химических понятий и терминов можно предложить обучающимся активно использовать справочную литературу, электронные словари и энциклопедии, а также можно создать условия для самостоятельного формулирования учащимися вопросов и заданий, направленных на расширение кругозора и повышение интереса к предмету. Такие методы способствуют развитию у обучающихся познавательного интереса, стремлению к самостоятельному мышлению и творческому поиску.

Успех на экзаменах обеспечивается в значительной степени и развитием навыков творческого и критического мышления, умением переносить знания из теории в реальную жизнь, контролем времени, затрачиваемого на осуществление тех или иных действий.

Систематический контроль успеваемости обучающихся, являясь важной составляющей образовательного процесса, укрепляет ответственность учеников за подготовку к контрольным мероприятиям, повторение и закрепление изученного материала, а также способствует повышению их образовательной компетентности. Контроль и фиксация результатов обучения способствуют установлению обратной связи между учителем и учеником, создают предпосылки для повышения уровня знаний обучающихся. Результаты проверки знаний позволяют учителю глубже понять способности и склонности своих учеников к усвоению материала, что позволяет более качественно и целенаправленно организовать образовательный процесс. Проводимые практические занятия и демонстрационные эксперименты способствуют усвоению теоретических знаний, позволяют обучающимся познакомиться с процессами получения химических веществ, изучить их свойства, что стимулирует интерес к химии и влияет на профессиональный выбор обучающихся. Контроль и оценка знаний по химии, а также предоставление конструктивной обратной связи по итогам контрольного мероприятия выступают важными средствами стимулирования познавательных способностей обучающихся и помогают им успешно выполнить всю экзаменационную работу.

Важным направлением педагогической работы должно стать формирование у обучающихся навыков самоконтроля и самооценки. Помимо этого, необходимо активизировать усилия по созданию устойчивой позитивной мотивации к изучению химии путем организации экскурсий в профильные предприятия и учебные заведения, участия в днях открытых дверей вузов, проведения тематических мероприятий, установления связи химических знаний с повседневностью как в учебной, так и во внеклассной деятельности, а также внедрения дополнительной образовательной программы и привлечения обучающихся к исследовательской деятельности. Важно организовать качественное, объективное и систематическое оценивание.

Основные результаты выполнения экзаменационной работы ЕГЭ 2025 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)¹ КИМ по химии – 0,95.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений)	Коды проверяемых элементов содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	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	77,0
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	69,1
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	76,3
4	Определять/классифицировать вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решетки; объяснить 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	66,4

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

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений)	Коды проверяемых элементов содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
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	69,1
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	67,5
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	49,1
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	56,5
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	63,2

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений)	Коды проверяемых элементов содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
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	53,1
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	58,1
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 быту	3.7, 3.8	2.3.4	П	1	41,1
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 быту	3.4, 4.1.7	2.3.4, 2.4.4	Б	1	49,4
14	Характеризовать строение и химические свойства изученных органических соединений	3.5, 3.6, 4.1.8	2.3.4	П	2	55,4
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	51,6

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений)	Коды проверяемых элементов содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	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	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	60,0
18	Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.3	Б	1	61,8
19	Определять валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов; окислитель и восстановитель	2.2.1, 2.2.5	1.4.8	Б	1	75,1
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	77,0
21	Определять характер среды водных растворов веществ	2.2.4	1.4.7	Б	1	72,8
22	Объяснять влияние различных факторов на смещение химического равновесия	2.4.5	1.4.4	П	2	67,2
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	81,2
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 быту	2.5.1	4.1.4, 4.1.5	П	2	48,7

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений)	Коды проверяемых элементов содержания	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
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	56,9
26	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.1	Б	1	64,6
27	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.2, 4.3.4	Б	1	67,5
28	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.3	Б	1	40,6
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	34,9
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	56,6
31	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 и составлять их уравнения	2.3.3, 2.4.3, 2.4.4	2.8	В	4	37,7
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	41,2

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверя- емых требований (умений)	Коды проверя- емых элементов содержания	Уровень сложно- сти задания	Максималь- ный балл за выполнение задания	Средний процент выпол- нения
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	30,2
34	Планировать/проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям	2.5.2	4.3.7	В	3	12,2