

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2022 года по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

заведующий лабораторией естественно-научных учебных предметов, математики и информатики Федерального института педагогических измерений, руководитель комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии, кандидат педагогических наук, dobrotin@fipi.ru

**Снастина Марина
Геннадьевна**

учитель химии государственного бюджетного общеобразовательного учреждения города Москвы «Школа № 1935», учитель высшей категории (заместитель руководителя комиссии)

Ключевые слова: основные результаты ЕГЭ по химии в 2022 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, рекомендации по коррекции типичных ошибок

В 2022 г. в основной период ЕГЭ по химии приняли участие 83 482 человека¹.

На рисунке 1 приведено распределение первичных баллов ЕГЭ 2022 г.

Результаты ЕГЭ 2022 г. по химии сопоставимы с результатами экзаменов прошлых лет. Характер распределения первичных баллов не изменился. Отмечается тенденция к более заметному разделению экзаменуемых на две группы: слабо подготовленных и отлично подготовленных. Это может быть вызвано существенной разницей в объёме учебной нагрузки у старшеклассников, изучавших химию на базовом и углублённом уровнях. Так, если на базовом уровне химия изучается в объёме 1–2 часа в неделю, то на углублённом

Химия. ЕГЭ 2022
Распределение баллов (макс. балл - 56)

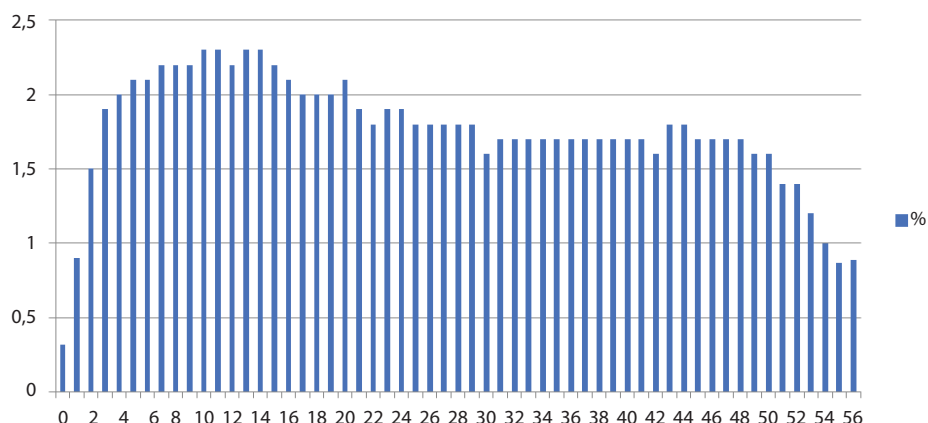


Рис. 1

¹ Статистические данные на основе действующих результатов участников ЕГЭ с учётом резервных дней основного периода ЕГЭ по состоянию на 25.07.2022 г.

уровне объём недельной нагрузки может достигать до 7–8 часов.

Средний тестовый балл ЕГЭ 2022 г. — 53,8 — сопоставим с аналогичными показателями ЕГЭ прошлых лет.

Минимальный балл ЕГЭ 2022 г. составил 11 первичных/36 тестовых баллов (в 2021 и 2020 гг. — 12/36). Снижение минимального первичного балла в 2022 г. связано со снижением максимального первичного балла с 58 в 2021 г. до 56 в 2022 г. В целом по стране в 2022 г. 21,2 % участников ЕГЭ по химии не преодолели минимального балла, что сопоставимо с аналогичным показателем прошлых лет.

Результаты основного периода ЕГЭ 2022 г. свидетельствуют о некотором увеличении числа экзаменуемых, набравших максимальный балл (в 2022 г. — 691 человек, в 2021 г. — 556). Однако данный показатель относится исключительно к характеристикам выборки участников ЕГЭ конкретного года, и его изменение не имеет под собой надёжных содержательных объяснений. Доля высокобалльников ЕГЭ 2022 г. по химии несущественно увеличилась в сравнении с экзаменами прошлых лет и составила 26,5 %.

В целом результаты выполнения большинства заданий ЕГЭ 2022 г. сопоставимы с результатами выполнения аналогичных заданий в 2021 г.

Общие статистические данные 2022 г., как и в предыдущие годы, свидетельствуют о наличии в КИМ определённого количества заданий, которые способны выполнить экзаменуемые с низким уровнем подготовки. На базовом уровне не вызвали существенных затруднений задания, основанные на программе основной школы, проверяющие умения характеризовать строение атома, выявлять и характеризовать закономерности изменения свойств химических элементов и образуемых ими простых и сложных веществ, по группам и периодам ПСХЭ им. Д. И. Менделеева, определять степени окисления, а также процессы окисления и восстановления, прогнозировать влияние различных факторов на скорость реакции, классифицировать химические реакции по различным признакам и др. Среди заданий повышенного и высокого уровней сложности наиболее успеш-

но экзаменуемые справлялись с заданиями, требующими определять продукты электролиза, составлять уравнения реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций.

В 2022 г. несколько ухудшились показатели выполнения заданий, проверяющих сформированность умений классифицировать неорганические вещества и определять характер среды водных растворов электролитов. Это может быть обусловлено изменением формы предъявления условий указанных заданий. Так, в задании 5 включена таблица с формулами и названием веществ, а в условии задания 21 введён пункт, который предусматривает выполнение дополнительной мыслительной операции — расстановки веществ в определённой последовательности (порядке возрастания/убывания значения pH).

Одной из причин затруднений при выполнении заданий по химии является недостаточно внимательное отношение к деталям, указанным в условиях заданий: классификационным признакам веществ; уточнениям, относящимся к физическим и химическим свойствам; требованиям к точности округления и полноте записи ответа, а также пропуски коэффициентов в уравнениях реакций.

Традиционные затруднения участников ЕГЭ 2022 г. испытывали при выполнении заданий, предусматривающих проведение расчётов (задания 23, 26, 28, 33 и 34). Сами по себе математические действия, как правило, не выходят за рамки программы основной школы, однако, их осуществление опирается на логические рассуждения, подкреплённые установлением причинно-следственных связей.

Структура варианта экзаменационной работы 2022 года оставлена без изменений. В часть I варианта включены задания базового и повышенного уровней сложности, которые были сгруппированы по четырём содержательным блокам:

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

2) «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические

свойства и генетическая связь веществ различных классов»;

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

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

В часть 2 варианта включены задания высокого уровня сложности, выполнение которых требовало записи полного развёрнутого ответа.

Рассмотрим результаты выполнения заданий по соответствующим блокам.

Большинство заданий первого блока «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам», «Строение вещества. Химическая связь» выполнены экзаменуемыми вполне успешно — средний процент выполнения выше 60:

■ задание 1 «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атомов и ионов. Основное и возбуждённое состояния атомов» — 64,3 % (в 2021 г. — 58,3 %);

■ задание 2 «Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам» — 64,2 % (в 2021 г. — 64,5 %);

■ задание 3 «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность хими-

ческих элементов» — 60 % (в 2021 г. — 52,9 %);

■ задание 4 «Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь», «Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения» — 41,7 % (в 2021 г. — 57,2 %).

Следует, однако, заметить, что некоторые задания этого содержательного блока вызвали затруднения даже у хорошо подготовленных выпускников. Так, например, произошло с некоторыми заданиями под номером 1. Видимо, определенную роль сыграл фактор излишней уверенности в собственных знаниях по данной теме, что привело к отсутствию записей решения заданий, в частности, электронных конфигураций указанных в условии атомов химических элементов. Приведём пример задания (пример 1).

Для многих экзаменуемых наиболее привлекательным стал ответ 25, т. е. они выбрали элементы одной группы (IIA) Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Возможно, также их подвела читательская грамотность, и они не обратили внимания на различие понятий «одинаковая» и «сходная» конфигурация. Но если записать конфигурацию внешнего энергетического уровня атомов, то ответ будет очевиден: Fe $4s^2$, Ca $4s^2$, Ba $6s^2$. Ответ 12.

Пример 1

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

1) Fe 2) Ca 3) N 4) Se 5) Ba

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

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	2
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
29,3	24,8	45,5

Пример 2

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в образованных ими анионах с общей формулой ЭО_x^{2-} могут иметь одинаковую степень окисления.

Запишите номера выбранных элементов.

Ответ:

1	4
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
34,1	4,4	80,4

Среди заданий с порядковым номером 3 менее успешно были выполнены задания, в которых присутствовали анионы в виде общей формулы. Приведём пример задания (пример 2).

Обратим внимание на то, что серьёзные затруднения при выполнении указанных заданий испытывали выпускники со слабой подготовкой. Вероятно, они затруднились в выстраивании следующей логической последовательности мысленных операций: 1) так как степень окисления аниона чётная (-2) и суммарная степень окисления атомов кислорода $x(-2)$ тоже чётная, то элемент Э будет иметь положительную чётную степень окисления; 2) элементы Са и Ва не образуют анионов; 3) остаётся определить одинаковые возможные степени окисления в анионах, которые способны образовывать Fe, N и Se, — у железа и селена возможна степень окисления $+6$, азот такой степени окисления не проявляет. Ответ: 14.

Как видно по значению среднего процента выполнения заданий, наиболее

низкий результат экзаменуемые продемонстрировали при выполнении заданий с порядковым номером 4. Как указано в спецификации, эти задания ориентированы на проверку усвоения знаний о видах химической связи и типах кристаллических решёток веществ. Приведём пример задания (пример 3).

При выполнении подобных заданий необходимо учесть одновременно два критерия для формулирования ответа. Поэтому успешность выполнения подобных заданий явно зависит от уровня функциональной грамотности экзаменуемых. Это проявляется в сформированности таких метапредметных результатов освоения предмета «Химия», как: использовать при освоении знаний приёмы логического мышления, а именно выделять характерные признаки понятий и устанавливать их взаимосвязь; рассматривать проблему всесторонне, задавая параметры и критерии достижения результата. В условии задания представлены два критерия поиска ответа: немолекулярная кристаллическая

Пример 3

Из предложенного перечня выберите два вещества с ковалентной неполярной химической связью, которые имеют не молекулярную кристаллическую решётку.

- 1) пероксид водорода
- 2) азот
- 3) кремний
- 4) пероксид натрия
- 5) оксид кремния

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

3	4
---	---

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
22,9	3,2	61,6

решётка и ковалентная неполярная связь. Проанализируем предложенные вещества по каждому из критериев. Вначале целесообразно определить, что немоллекулярную кристаллическую решётку имеют вещества кремний (атомная), пероксид натрия (ионная), оксид кремния (атомная). Затем надо проанализировать виды химической связи, которые реализуются в каждом из трёх веществ. Делаем вывод, что ковалентная неполярная связь имеется в веществах кремний и пероксид натрия. Ответ: 34.

Задания, проверяющие усвоение содержания блока «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов» выполнены менее успешно, чем задания первого блока. Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности не выше 55:

- задание 5 «Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)» — 54,6 % (в 2021 г. — 73,6 %);

- задание 9 «Взаимосвязь неорганических веществ» — 54,7 % (в 2021 г. — 67,8 %).

Так, результаты выполнения заданий с порядковым номером 5, ориентированных на проверку знаний классификации неорганических веществ, позволяют утверждать, что выпускники недостаточно хорошо владеют знаниями тривиальных названий неорганических веществ. При выполнении задания 9 были допущены следующие ошибки: 1) неверно определены продукты разложения нитратов; 2) при анализе заданной схемы превращения веществ не отслеживался процесс изменения степеней окисления элементов в веществах, поэтому неверно определялись реагенты или продукты реакций.

Задания повышенного уровня сложности выполнены практически с такой же успешностью, как и задания базового уровня сложности:

- задание 6 «Характерные химические свойства простых веществ — металлов и неметаллов; оксидов (основных, амфотерных, кислотных); оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей (средних, кислых, основных, комплексных); электролитическая диссоциация электроли-

тов в водных растворах; сильные и слабые электролиты, реакции ионного обмена» — 55,5 % (в 2021 г. — 69,2 %);

- задание 7 «Характерные химические свойства простых веществ — металлов и неметаллов; оксидов (основных, амфотерных, кислотных); оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей (средних, кислых, основных, комплексных)» — 47,7 % (в 2021 г. — 49,5 %);

- задание 8 «Характерные химические свойства простых веществ — металлов и неметаллов; оксидов (основных, амфотерных, кислотных); оснований и амфотерных гидроксидов, кислот, солей (средних, кислых, основных, комплексных)» — 52,8 % (в 2021 г. — 53,0 %);

Формат предъявления условий заданий повышенного уровня сложности остался прежним. Выполнение этих заданий требовало от экзаменуемых осуществления следующих мыслительных операций: тщательного анализа условия каждого из заданий, определения критериев (как правило, нескольких) для поиска ответа, проверки ответа на соответствие всем требованиям условия задания. Выполнение каждого из заданий оценивалось максимально 2 баллами. Приведём результаты выполнения этих заданий (средние проценты выполнения) (табл. 1).

Как видно по результатам, даже выпускники с хорошей подготовкой (группа 3) испытывали затруднения при выполнении этих заданий. Это свидетельствует о недостаточно прочном овладении предметными и метапредметными умениями (познавательными универсальными учебными действиями): выявлять характерные признаки понятий, устанавливать их взаимосвязь; использовать при освоении знаний приёмы логического мышления, а именно строить логические рассуждения, анализировать состав и строение, характеризовать физические и химические свойства веществ.

Задания блока «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов» проверяли усвоение знаний элементов содержания органической химии как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. При выполнении заданий базового

Таблица 1

№ задания	Средний % выполнения	Получили 2 балла (%) по группам подготовки ²			
		группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
6	40	8,1	27,3	55,8	85,3
7	35,7	1,4	18,1	55,6	88,8
8	40,5	4,6	21,9	63,6	92,7

² Группа 1 – участники ЕГЭ, не преодолевшие минимального балла; группа 2 – участники ЕГЭ с баллами в диапазоне 36–60; группа 3 – участники ЕГЭ с баллами в диапазоне 61–80; группа 4 – участники ЕГЭ с баллами в диапазоне 81–100.

уровня сложности экзаменуемые показали прочное усвоение знаний классификации и номенклатуры органических соединений (средний процент выполнения — 70,2). Остальные задания базового уровня были выполнены экзаменуемыми менее успешно:

- задание 11 «Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа» — 56,7 % (в 2021 г. — 52,1 %);

- задание 12 «Характерные химические свойства углеводов, предельных одноатомных и многоатомных, спиртов, фенола» — 38,3 % (в 2021 г. — 60,5 %);

- задание 13 «Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот» — 50,8 % (в 2021 г. — 47,9 %);

- задание 16 «Взаимосвязь углеводов, кислородсодержащих и азотсодержа-

щих органических соединений» — 54,7 % (в 2021 г. — 54,3 %).

Отметим, что задание 12 выполнено экзаменуемыми менее успешно, чем задания 11 и 13. Это можно объяснить различием формата условий этих заданий. В отличие от заданий 11 и 13, в условии которых указано количество веществ (два), которые составляют ответ на задание, в задании 12 экзаменуемые должны самостоятельно определить количество элементов ответа. Приведём пример задания (пример 4).

Результаты выполнения этого задания позволяют говорить о недостаточном уровне освоения учебного материала о свойствах органических веществ различных классов (углеводородов, спиртов, солей органических кислот) и их взаимосвязи. Еще одна группа ошибок, которые допустили экзаменуемые, связана с неправильным определением механизмов реакций, указанных в условии задания. Ответ: 245.

Задания повышенного уровня сложности выполнены экзаменуемыми достаточно хорошо. Результаты выполнения

Пример 4

Из предложенного перечня выберите все реакции, в результате которых образуется пропан.

- 1) гидратация пропена
- 2) гидрирование пропина
- 3) дегидратация пропанола-1
- 4) гидрирование циклопропана
- 5) сплавление 2-метилпропионата натрия с гидроксидом натрия

Запишите номера выбранных ответов.

Средний % выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
27,5	4,4	78

Таблица 2

№ задания	Получили 2 балла (%) по группам подготовки			
	группа 1	группа 2	группа 3	группа 4
14	0,75	23,1	73,7	95,0
15	1,2	26,7	77,0	96,4

заданий сопоставимы с результатами прошлого года:

- задание 14 «Характерные химические свойства углеводов. Важнейшие способы получения углеводов. Ионный (правило В. В. Марковникова) и радикальные механизмы реакций в органической химии» — 50,9 % (в 2021 г. — 53,6 %);

- задание 15 «Характерные химические свойства кислородсодержащих органических соединений. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений» — 53,7 % (в 2021 г. — 48,5 %).

Выполнение каждого из заданий повышенного уровня сложности требует от экзаменуемых применения знаний в системе: первостепенное внимание надо уделить классификационной принадлежности вещества, затем его химическому строению и механизму протекания химической реакции. Верное выполнение задания оценивалось максимально 2 баллами (табл. 2).

Результаты, которые приведены в таблице, свидетельствуют о том, что такой системный подход к выполнению этих заданий прочно сформирован у наиболее хорошо подготовленных выпускников (группы 3 и 4).

Выполнение заданий последнего блока «Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций» предусматривало проверку сформированности таких важных умений, как: классифицировать химические реакции; использовать в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; планировать проведение эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ; проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Наиболее успешно экзаменуемые выполнили задания базового уровня сложности, которые проверяли усвоение следующих элементов содержания:

- задание 19 «Реакции окислительно-восстановительные» — 81 % (в 2021 г. — 70,8 %);

- задание 20 «Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)» — 78,7 % (в 2021 г. — 77,5 %);

- задание 21 «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная» — 67,2 % (в 2021 г. — 69,2 %).

Такие результаты свидетельствуют о прочном усвоении соответствующих теоретических знаний и сформированности следующих умений: определять продукты электролиза растворов и расплавов неорганических веществ, определять и сравнивать значения pH водных растворов неорганических веществ.

Менее успешно были выполнены задания базового уровня сложности, ориентированные на проверку следующих содержательных линий:

- задание 17 «Классификация химических реакций в неорганической и органической химии» — 50,9 % (в 2021 г. — 44,9 %);

- задание 18 «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов» — 50,9 % (в 2021 г. — 36,9 %);

- задание 25 «Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки» — 52,2 % (в 2021 г. — 44,2 %).

Такие достаточно низкие результаты можно объяснить различием требований к полноте записи ответа. В условиях заданий 17 и 18 не было указано количество элементов ответа — экзаменуемые должны были указать все верные варианты из числа предложенных. Этот формат условия ощутимо повышает трудность задания для экзаменуемых, особенно из групп 1 и 2 (по уровню подготовки).

Результаты выполнения заданий, которые предполагали *проведение расчётов по химическим формулам и уравнениям реакций*, следующие. Для заданий базового уровня сложности:

- задание 23 «Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчёты количества вещества, массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ» — 78,3 %;

- задание 26 «Расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе»» — 55,5 % (в 2021 г. — 52,8 %);

- задание 27 «Расчёты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям)» — 67,5 % (в 2021 г. — 62,6 %);

- задание 28 «Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси» — 38,7 %.

По результатам видно, что наибольшие затруднения у экзаменуемых вызвали расчёты с применением понятий «выход

продукта реакции» и «массовая доля примесей», хотя эти понятия характеризуют недостаточную математическую грамотность выпускников в большей мере, чем пробелы в знаниях свойств веществ или химических процессов.

В часть 2 варианта экзаменационной работы включены *задания высокого уровня сложности*, на которые требуется дать полный развёрнутый ответ. По статистическим результатам их выполнения эти задания имеют самую высокую дифференцирующую способность, т. е. получить максимальный балл за выполнение заданий могут только наиболее подготовленные экзаменуемые. Это подтверждают следующие результаты (табл. 3).

Каждое из заданий с развёрнутым ответом имеет свою шкалу оценивания (от 2 до 5 баллов) в зависимости от количества элементов ответа. Выполнить задание высокого уровня сложности на максимальный балл удаётся только наиболее подготовленным выпускникам. Тем не менее даже некоторые экзаменуемые со слабой подготовкой приступают к выполнению этих заданий и могут получить 1–2 балла за выполнение отдельных элементов ответа. Но экзаменуемые, выполнившие эти задания полностью, принадлежат, в основном, к группе наиболее подготовленных выпускников. Эти выпускники уверенно владеют следующими умениями: правильно выбирать вещества, способные быть участниками окислительно-восстановительных реакций или реакций ионного обмена; понимать сущность реакций ионного обмена и окислительно-восстановительных реакций; представлять текстовую информацию о химических

Таблица 3

№ задания	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение заданий (% участников ЕГЭ)				
		1	2	3	4	5
29	34,0	5,8	31,1	—	—	—
30	48,0	9,0	43,5	—	—	—
31	33,9	14,7	9,7	11,0	17,2	—
32	39,8	7,0	8,9	7,9	11,1	21,2
33	9,5	7,1	3,1	1,5	5,1	—
34	23,8	18,7	3,5	15,2	—	—

Таблица 1

Группы экзаменуемых	Набрали первичный балл	Тестовый балл	Доля экзаменуемых (%)
Группа 1	от 0 до 10	от 0 до 33	19,7
Группа 2	от 11 до 29	от 36 до 60	37,9
Группа 3	от 30 до 45	от 61 до 80	27,3
Группа 4	от 46 до 56	от 82 до 100	15

реакциях в виде соответствующих химических уравнений, а также составлять уравнения реакций, иллюстрирующих схему превращений органических веществ.

Наиболее сложным заданием для экзаменуемых была расчётная задача (задание 34). Для выполнения этого задания требовалось применить межпредметные умения по выявлению математической зависимости между заданными физическими величинами в соответствии с уравнениями химических реакций, а также по составлению математического уравнения для поиска неизвестной величины. Даже среди наиболее подготовленных выпускников получить максимальные 4 балла смогли лишь некоторые. Это задание способно дифференцировать даже наиболее хорошо подготовленных выпускников.

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом (полученный первичный балл) все экзаменуемые были распределены по четырём группам (табл. 1).

На рисунках 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий части 1 (с кратким ответом) и части 2 (с развёрнутым ответом) каждой группой участников ЕГЭ 2022 г.

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

Данные рисунка 1 показывают, что успешность выполнения заданий с кратким ответом экзаменуемыми из этой группы не превышала 38 %. Можно отметить лишь несколько заданий, которые экзаменуемые выполнили более успешно (выше 30 % выполнения), чем остальные задания экзаменационной работы. Это задания базового уровня сложности с порядковыми номерами 1, 2, 19, 20 и 23, с помощью которых проверялись такие элементы содержания, как:

- строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое

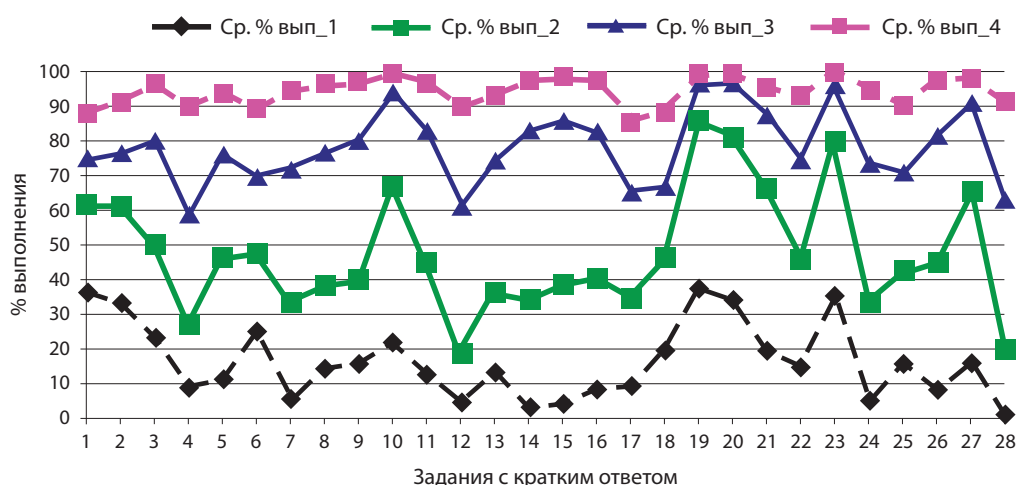


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2022 г. с различным уровнем подготовки

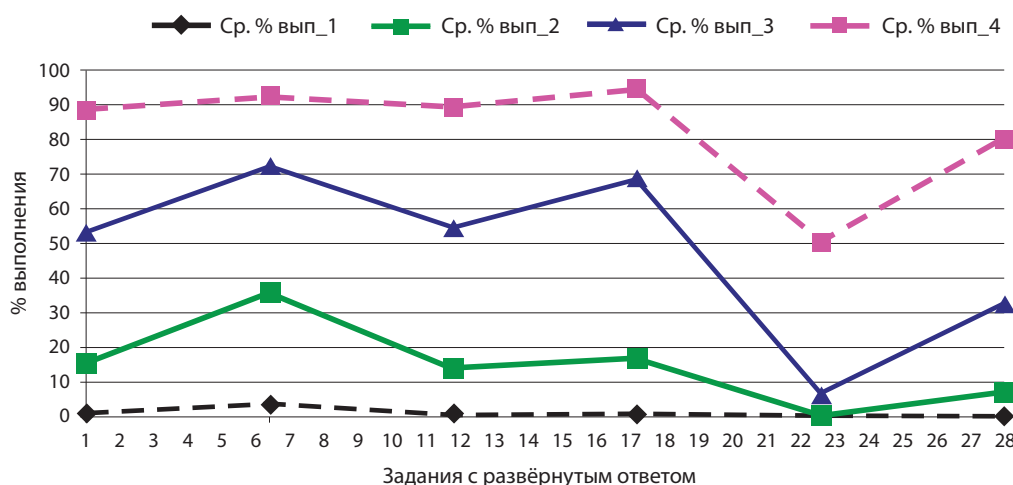


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом участниками ЕГЭ 2022 г. с различным уровнем подготовки

состояния атомов (задание 1, средний процент выполнения — 36,4);

- закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам (задание 2, средний процент выполнения — 33,3);

- реакции окислительно-восстановительные (задание 19, средний процент выполнения — 37,4);

- электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) (задание 20, средний процент выполнения — 34,5);

- обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчёты количества вещества, массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ (задание 23, средний процент выполнения — 35,5).

Обратим внимание на то, что данные проверяемые элементы содержания изучались экзаменуемыми в курсе химии основной и средней школы. Задания 1, 2, 19 и 20 относятся к базовому, а задание 23 — к повышенному уровня сложности. Выполняя эти задания, экзаменуемые продемонстрировали владение такими умениями, как: 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 Пе-

риодической системе Д. И. Менделеева; определять степень окисления химического элемента, процессы окисления и восстановления; применять принципы электролиза водных растворов и расплавов солей, щелочей, кислот; проводить расчёты концентраций участников реакций в равновесных системах. При выполнении этих заданий от экзаменуемых требовалось осуществление небольшого количества мыслительных операций, в основном сравнения и конкретизации. Задание 23 требовало ещё и проведения анализа условия, однако его решение предполагало использование стандартного, универсального алгоритма.

Довольно низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали при выполнении заданий, проверяющих усвоение знаний блока «Органическая химия» (задания 11–16). Средний результат их выполнения не выше 9 %. Важно отметить, что задание 10, направленное на проверку умения классифицировать вещества и на знание основ номенклатуры органических веществ, было выполнено относительно успешно: средний показатель правильного выполнения имеет значение 22,1 %. Повидимому, это связано с репродуктивным характером данного задания. Следует отметить, что изучение органических веществ в старшей школе требует от обучающихся самостоятельной работы с теоретическими положениями курса и сформированных навыков сравнения, систематизации

и обобщения полученных теоретических знаний. Кроме того, выполнение заданий с порядковыми номерами 11–16 требует понимания химического строения органических веществ и его влияния на свойства, т. е. предполагает сформированность метапредметных умений, а также образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания органической химии необходимо использовать пространственные модели молекул (в том числе привлекаемые видеоматериалы), активно придавать смысл структурным формулам веществ, обращая внимание на важность порядка соединения атомов в молекуле. Кроме этого, необходимо использовать активные методы работы на уроке и формировать у обучающихся понимание природы взаимодействий в органической химии, обращать внимание учеников на взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ и причины проявления соединением тех или иных свойств. Именно эти умения недостаточно сформированы у экзаменуемых из группы 1. Важное место занимает и развитие мотивации обучающихся, которую можно повышать через изучение химии в контексте (усиление практической направленности материала, установление взаимосвязей химии с повседневной жизнью).

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

- ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения (задание 4, средний процент выполнения — 9,3);

- классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная). Характерные химические свойства неорганических веществ (задание 7, средний процент выполнения — 6,1);

- качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные ре-

акции органических соединений (задание 24, средний процент выполнения — 5,3).

Задание 4 характеризуется базовым уровнем сложности, однако требует привлечения метапредметных компетенций, в частности читательской грамотности, а также соединения мыслительных операций: анализа, синтеза и конкретизации. Рекомендуется обращать внимание обучающихся на ключевые фразы в тексте, а также ставить акценты на установление взаимосвязей «строение — физические и химические свойства», в том числе с привлечением моделей кристаллических решёток, видеоматериалов и программ моделирования (симуляции). Для успешного выполнения заданий 7 и 24 необходимо владение достаточным количеством фактологического материала, пропущенного сквозь призму осознания причин и принципов взаимодействий в химии. Для обработки большого объёма данных рекомендуется искать разнообразные формы изложения материала и предлагать дифференцированные пути его усвоения, например создавать интеллект-карты, инфографику различного рода, повышая тем самым эффективность мышления, увеличивая концентрацию внимания и способствуя пониманию изучаемых процессов вместо механического заучивания свойств.

Низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали и при решении расчётных задач 26–28:

- расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе» (задание 26, средний процент выполнения — 8,6);

- расчёты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям) (задание 27, средний процент выполнения — 16,4);

- расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ;

- расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения — 1,4).

Каждое из этих заданий проверяет умение проводить один из видов расчётов. 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. Расчёты теплового эффекта реакции оказались наиболее продуктивными: по-видимому, это связано со стандартным простым алгоритмом решения подобных задач посредством составления пропорции. Наибольшую трудность вызвали задания с порядковым номером 28 — здесь требовались и подробный анализ условия, и рассмотрение химизма процесса через составление уравнения реакции, и нахождение массовой доли (массы чистого вещества) и (или) примесей, или нахождение выхода продукта реакции. При подготовке обучающихся важно обращать внимание на формирование понимания ими каждого действия, которое они совершают, отрабатывая при этом на каждом этапе навыки самоконтроля. Следует анализировать исходные данные и ход решения, а также следить, чтобы не было противоречий со стороны смежных дисциплин — физики и математики. Необходимо обратить внимание на развитие таких математических навыков, как арифметические действия, пропорции и решение уравнений, а также приёмы визуализации.

Отметим, что некоторые экзаменуемые этой группы приступали к выполне-

нию заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом (часть 2), в том числе даже те из них, которые не преодолели минимального порога. Формулировки этих заданий и порядок их выполнения существенно не изменялись в течение последних лет проведения экзамена, поэтому задания кажутся экзаменуемым знакомыми. Справиться с этими заданиями полностью и получить по ним максимальные баллы удалось лишь единицам по отдельным заданиям (табл. 2).

Обратим внимание на то, что даже задание 30, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращённого ионных уравнений реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить менее 2,5 % 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. Некоторые экзаменуемые записали правильно уравнение только одной химической реакции из четырёх описанных.

Отметим, что при выполнении задания 34 некоторые экзаменуемые смогли выполнить вычисления и на их основе установить молекулярную формулу органического вещества. Но установить структуру вещества на основании известных его химических свойств и написать требуемое уравнение реакции с участием этого вещества подавляющему большинству из этой группы не удалось.

Таблица 2

№ задания	Средний процент выполнения задания	Баллы за выполнение задания				
		1	2	3	4	5
29	0,98	0,81	0,58	—	—	—
30	3,60	2,60	2,30	—	—	—
31	1,10	3,10	0,28	0,13	0,05	—
32	0,69	1,90	0,46	0,13	0,06	0,01
33	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	—
34	0,59	1,60	0,04	0,01	—	—

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, а главное, свидетельствует о том, что их подготовка по предмету не отвечает требованиям образовательного стандарта к усвоению основных общеобразовательных программ по химии для средней школы даже на базовом уровне, особенно в аспекте практической подготовки.

Для решения данной проблемы можно рекомендовать следующий методический подход: для усиления практического аспекта в преподавании химии и углубления понимания материала необходима эффективная реализация химического эксперимента в сочетании с другими наглядными средствами обучения химии (демонстрационный эксперимент, работа с моделями молекул и кристаллических решёток, видеоматериалы, виртуальные лаборатории, программы моделирования химических объектов (веществ и процессов)) в таких формах, как лабораторная и практическая работы. Теоретический материал должен преподаваться в тесной взаимосвязи с релевантным экспериментом. Каждый эксперимент должен включать в себя методические указания, компонентом которых является как непосредственно экспериментальная работа, так и выполнение контрольных заданий в формате, аналогичном заданиям ОГЭ и ЕГЭ по химии. Для формирования читательской грамотности необходима систематическая работа по развитию навыка смыслового чтения при работе с информацией любого типа. Для систематизации знаний по каждому элементу содержания курса химии сначала необходимо использовать задания различных моделей, в том числе, традиционных, которые требуют повторения теоретических положений, написания определений изученных понятий, составления уравнений химических реакций, определения степени окисления химических элементов и т. п.; с выбором одного ответа из четырёх предложенных. Это позволит более точно выявлять проблемы в знаниях и затруднения в применении этих знаний при выполнении заданий. И только на заключительном этапе подго-

товки к экзамену можно использовать задания экзаменационного формата ЕГЭ.

В содержании урока важно предусматривать работу с заданиями, которые проверяют не только предметную составляющую химии, но и межпредметные связи с физикой, биологией, математикой. Необходимо наличие практико-ориентированных, межпредметных, экологизированных заданий в ходе реализации обучения школьного курса химии. Следует избегать решения шаблонных заданий, которые ставят перед собой задачу натаскивания на выполнение задач определённого формата, в то время как залогом успеха на экзамене является развитие творческого и критического мышления, а также сформированность навыков переноса знаний из области теории в реальные жизненные ситуации.

Можно сделать общий вывод, что экзаменуемые из этой группы не проявили умения самостоятельно оценивать уровень собственных знаний и выстраивать необходимую траекторию самообразования, систематизации и обобщения знаний. А также не проявили должной ответственности при принятии решения об участии в столь сложном для них экзамене, поэтому немаловажными являются развитие у обучающихся навыков самоконтроля и рефлексии, работа над формированием стойкой положительной мотивации в изучении предмета посредством организации экскурсий, тематических вечеров, связи химии с повседневной жизнью.

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

Наиболее продуктивно (средний процент выполнения — 60) экзаменуемыми из данной группы были выполнены задания с порядковыми номерами 1, 2, 10, 19, 20, 21, 23, 27, с помощью которых проверяют усвоение следующих элементов содержания:

- строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов (задание 1, средний процент выполнения — 61,7);

- закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам (задание 2, средний процент выполнения — 60,9);

- классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная) (задание 10, средний процент выполнения — 66,7);

- реакции окислительно-восстановительные (задание 19, средний процент выполнения — 85,6);

- электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) (задание 20, средний процент выполнения — 80,9);

- гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная (задание 21, средний процент выполнения — 66,3);

- обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчёты количества вещества, массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ (задание 23, средний процент выполнения — 79,6);

- расчёты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям) (задание 27, средний процент выполнения — 65,3).

Это свидетельствует 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; классифицировать и называть органические вещества; определять степень окисления химического элемента, процессы окисления и восстановления; применять принципы электролиза водных растворов и расплавов солей, щелочей, кислот; понимать явление гидролиза солей и давать качественную оценку величине pH в водных растворах электролитов; проводить расчёты концентраций участников реакций в равновесных системах; проводить расчёты по термохимическим уравнениям.

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

- ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (по-

лярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения (задание 4, средний процент выполнения — 27,2);

- классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная). Характерные химические свойства неорганических веществ (задание 7, средний процент выполнения — 33,8 %; задание 8, средний процент выполнения — 38,5);

- классификация химических реакций в неорганической и органической химии (задание 17, средний процент выполнения — 34,6);

- качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений (задание 24, средний процент выполнения — 33,7).

Важно отметить, что одним из заданий, вызвавших у данной группы экзаменуемых сложность, было задание с порядковым номером 17, в котором количество правильных ответов неизвестно. Данный факт является показателем недостаточной сформированности мыслительных операций систематизации и сравнения.

Экзаменуемые из этой группы слабо усвоили большинство элементов содержания курса органической химии, кроме классификации и номенклатуры органических веществ (задания с 11 по 16; процент выполнения не выше 45, в среднем — 35,7). Особенно слабо усвоены знания химических свойств углеводородов и кислородсодержащих органических веществ, а также способов их получения и механизмов реакций (радикальный или ионный) (задание 12, средний процент выполнения — 19). Следует отметить, что формат задания 12 был изменён по сравнению с прошлым годом, и экзаменуемым было неизвестно количество правильных ответов (подобно заданию 17, о котором упоминалось выше).

Умение решать задачи базового уровня сложности у этой группы экзаменуемых сформировано недостаточно прочно. Наибольшие трудности у них вызвали задачи, решение которых предусматривало использование следующих проверяемых элементов содержания:

■ расчёты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе» (задание 26, средний процент выполнения — 44,9);

■ расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ;

■ расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения — 19,9).

Все перечисленные виды расчётов формируются в основной школе и развиваются на протяжении всего периода изучения химии.

Задания части 2 экзаменационной работы экзаменуемые из этой группы выполнили несколько лучше, чем участники из группы 1. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменуемыми из группы 2 представлены в таблице 3.

Отметим, что большее число выполнивших задания 29 и 30 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 развёрнутым ответом были выполнены с успешностью

в среднем не выше 18 %. При этом надо отметить, что некоторые экзаменуемые из этой группы, которые приступили к выполнению задания 34, смогли получить 1 балл за проведение расчётов по нахождению молекулярной формулы органического вещества, но продвинуться дальше и установить структуру вещества удалось лишь немногим.

Большой (по сравнению с предыдущей группой) набор умений позволил данной группе экзаменуемых выполнить не только 12 заданий базового уровня сложности, но и набрать баллы при выполнении отдельных заданий повышенного и высокого уровней сложности. Тем не менее прослеживается корреляция между «проблемными» заданиями для экзаменуемых из группы 1 и группы 2.

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

Сравнительно низкие результаты выполнения большинства заданий свидетельствуют о недостаточном уровне системности знаний, недостаточном понимании взаимосвязи между строением вещества

Таблица 3

№ задания	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания				
		1	2	3	4	5
29	15,6	6,2	12,5	—	—	—
30	35,7	12,2	29,6	—	—	—
31	14,2	21,4	7,8	4,6	1,5	—
32	17,2	13,1	12,4	7,2	4,7	1,6
33	0,46	1,3	0,13	0,04	0,04	—
34	7,1	16,1	1,1	1,0	—	—

и его свойствами, а также генетической взаимосвязи веществ, что проявляется в слабом владении знаниями о химических свойствах неорганических и органических соединений, недостаточном понимании закономерностей протекания химических реакций, слабом знании признаков и условий протекания изученных процессов и др.

При подготовке к экзамену для обучающихся с удовлетворительным уровнем подготовки целесообразно использовать задания, в которых для решения требуется последовательное выполнение нескольких (трёх-четырёх) мыслительных операций (анализ—синтез—сравнение—обобщение), в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ и требующее составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс или написаны ионные уравнения. Количество правильных ответов не должно быть известно школьнику. Важно просить ученика объяснять, чем обусловлен его выбор и как он может убедиться в правильности своего ответа. Для достижения этой цели целесообразно использовать на уроках само- и взаимооценивание. Очень важно в процессе подготовки использовать задания, предусматривающие работу с информацией, представленной в различной форме — схема, таблица, рисунок и др., с последующим ответом на вопросы. Можно предложить школьнику перевести текстовую информацию в иную форму представления материала, более ёмкую и лаконичную, облегчающую восприятие. Рекомендуется развивать навыки, необходимые для выполнения задания, описывающего последовательность экспериментальных действий, которые нужно превратить в уравнения реакций (мысленный эксперимент). Трудность такого задания состоит в том, что школьники недостаточно хорошо разбираются в экспериментальной химии, имеют слабое представление о протекающих химических процессах и не всегда понимают смысл используемых терминов и определений. К каждой лабораторной и (или) практической работе необходимо готовить лист с заданиями, направленными

на формирование понимания процесса, протекающего в реакционном сосуде. Здесь необходимо также описывать наблюдения и объяснять их. Полезной будет работа с различными типами заданий (с выбором ответа, кратким ответом, развёрнутым ответом), так как она необходима для формирования понимания, что правильное выполнение задания невозможно без полного анализа его условия и выбора стратегии решения. Параллельно формируется умение рационального использования времени, отведённого на выполнение экзаменационной работы.

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

Большинство заданий базового уровня сложности выполнены экзаменуемыми из этой группы с успешностью выше 70 % (рис. 2). Это позволяет говорить о том, что ими успешно освоены знания, относящиеся ко всем содержательным блокам. Экзаменуемые хорошо владеют химическими понятиями и понимают существование взаимосвязи между ними, демонстрируют понимание закономерностей изменения свойств химических элементов и образуемых ими веществ по группам и периодам, знают химические свойства неорганических и органических веществ, понимают закономерности протекания химических реакций и др. Сформированная система химических знаний позволяет осуществлять разнообразные мыслительные операции во взаимосвязи при выполнении заданий различного уровня сложности.

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

При этом отметим сравнительно низкие проценты выполнения задания 4 (средний процент выполнения — 59) со следующими проверяемыми элементами содержания:

- ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования;

- характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи);
- ионная связь;
- металлическая связь;
- водородная связь;
- вещества молекулярного и немолекулярного строения;
- тип кристаллической решётки;
- зависимость свойств веществ от их состава и строения.

Вызвали сложности задания, связанные с проверкой знаний тематического блока «Органическая химия», в особенности характерные химические свойства углеводородов и кислородсодержащих органических веществ, а также способов их получения и механизмов реакций (радикальный или ионный) (задание 12, средний процент выполнения — 60,8).

Для данной группы было отмечено недостаточно успешное выполнение заданий базового уровня сложности, включающих в себя следующие проверяемые элементы содержания:

- классификация химических реакций в неорганической и органической химии (задание 17, средний процент выполнения — 65);
- скорость реакции, её зависимость от различных факторов (задание 18, средний процент выполнения — 66,7);
- расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения — 62,9).

В задании 18 (подобно заданиям 12 и 17) существовала неопределённость в количестве правильных ответов. Низкий процент выполнения данного задания может свидетельствовать о недостаточной сформированности понимания основ химической кинетики с точки зрения причин проявления того или иного эффекта и слабости межпредметных связей с физикой.

Задания высокого уровня сложности в большинстве своём были достаточно уверенно выполнены экзаменуемыми из данной группы. Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 3 представлены в таблице 4.

Экзаменуемые из этой группы достаточно успешно выполнили задания 29 и 30, большинство выполнило их полностью и получило максимальные 2 балла. Задания 31 и 32 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу экзаменуемых. Интересно отметить изменение в динамике результатов выполнения заданий 29–32 у данной группы экзаменуемых: если в группах 1 и 2 наблюдалось постепенное уменьшение процента экзаменуемых, которые получали каждый следующий балл при выполнении задания высокого уровня сложности, то в группе 3 наблюдается обратная картина: процент получения более высокого балла за выполнение задания 31 немонотонно возрастает с максимумом в точке, соответствующей 3 баллам из 4, а в заданиях 29, 30 и 32 прослеживается монотонное возрастание. Наиболее трудной оказалась задача 33, большинство приступивших к её решению справились только с составлением уравнений реакций тех химических процессов,

Таблица 4

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания				
		1	2	3	4	5
29	53,5	9,3	48,8	—	—	—
30	72,7	11,3	67,0	—	—	—
31	54,4	20,5	20,1	23,5	21,6	
32	68,9	6,0	14,3	16,7	26,5	30,7
33	6,5	12,4	3,1	1,2	0,99	—
34	32,7	35,3	7,0	16,3	—	—

которые описаны в условии задачи. Получить максимальный балл удалось лишь немногим выпускникам. Более успешно была решена задача 34: её условие практически не изменялось в течение последних лет проведения экзамена, поэтому экзаменуемые смогли использовать известный им алгоритм решения задачи и при условии грамотного подхода к составлению структурной формулы неизвестного органического вещества, смогли выполнить задание полностью на максимальный балл. Тем не менее большинство экзаменуемых по-прежнему успешно справилось лишь с определением молекулярной формулы вещества.

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

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

Группа 4 — отличная подготовка (первичный балл — 46–56; тестовый балл — 82–100).

Экзаменуемые из этой группы показали уверенное владение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности. Отметим, что практически все задания части 1 экзаменационной работы выполнены ими с ре-

зультатом выше 90 %. Это свидетельствует о том, что уверенное владение системой химических знаний позволяет экзаменуемым из данной группы успешно комбинировать химические понятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них метапредметных умений: находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать её и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями условия.

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

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

- строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов (задание 1, средний процент выполнения — 87,9);

- ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения (задание 4, средний процент выполнения — 89,5);

■ характерные химические свойства простых и сложных неорганических веществ. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена (задание 6, средний процент выполнения — 89,4);

■ химические свойства углеводов и кислородсодержащих органических веществ, способы их получения и механизмы реакций (радикальный или ионный) (задание 12, средний процент выполнения — 89,7);

■ классификация химических реакций в неорганической и органической химии (задание 17, средний процент выполнения — 85,0);

■ скорость реакции, её зависимость от различных факторов (задание 18, средний процент выполнения — 88,0).

Как упоминалось выше, задания 12, 17 и 18 имели неопределённое количество правильных ответов, что вызывало затруднения даже у экзаменуемых с отличной подготовкой, поскольку некоторые из них указали не все элементы ответа, тем самым не выполнив задание полностью. Задание 6, помимо мыслительных операций анализа и синтеза, требовало ещё и нахождения взаимосвязей и конкретизации, вдумчивого отношения к постановке проблемы. Обладать высоким уровнем читательской грамотности необходимо для успешного выполнения и других перечисленных выше заданий.

Выполнение заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 4 представлено в таблице 5.

Результаты выполнения заданий показывают, что большая часть экзамену-

емых выполняли задания с развёрнутым ответом на максимальный балл. Как и для группы 3, в группе 4 процент получения более высокого балла за выполнение задания высокого уровня сложности монотонно возрастает.

Отметим при этом, что задание 33 оказалось трудным для выполнения даже для этой группы экзаменуемых. При его выполнении большинство выпускников смогли составить уравнения реакций, о которых идёт речь в условии задания, но далеко не все смогли правильно соотнести заданные физические величины с химической сутью задания и выстроить дальнейший логический путь решения задачи — выявить математическую зависимость и на её основе составить математическое уравнение для нахождения промежуточных и конечной неизвестных физических величин.

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

Обучая школьников приёмам работы с различными типами контролирующих

Таблица 5

Задание	Средний процент выполнения	Баллы за выполнение задания				
		1	2	3	4	5
29	88,4	4,7	86,0	—	—	—
30	92,8	5,2	90,2	—	—	—
31	89,7	2,0	7,9	18,7	71,2	—
32	94,8	0,26	1,2	3,7	13,7	81,1
33	50,3	21,1	14,4	7,8	32,0	—
34	79,9	17,5	7,7	68,9	—	—

заданий (с кратким ответом и развёрнутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. На каждом этапе подготовки к экзамену необходимо развивать навыки смыслового чтения, ставить перед обучающимися проблемные вопросы и предлагать нестандартные задания, которые будут способствовать активизации мыслительных процессов и побуждать к активному поиску решения. Важно не предлагать ученику готовый алгоритм, а, напротив, приветствовать собственную поисковую деятельность учащегося, поощрять нестандартные подходы и интересные мысли. Одновременно важным становится формирование у обучающихся умения рационально использовать время через тренировки в режиме реального времени, отведённого на выполнение работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

Существенные обновления в моделях заданий части 1 экзаменационных вариантов ЕГЭ по химии 2022 г. стали продолжением преобразований в КИМ, предпринятых в последние годы и направленных на реализацию системно-деятельностного подхода. Именно он должен определять методологию преподавания химии в школе на современном этапе. Не менее значимым аспектом при разработке КИМ стало усиление внимания контролю сформированности метапредметных умений, знаний и умений, формируемых в рамках химического эксперимента.

Указанные направления совершенствования КИМ тесно переплетаются и с ещё одним значимым направлением модернизации российского образования — формированием элементов функциональной грамотности: читательской, математической и естественно-научной.

Так, например, исследование уровня сформированности читательской грамотности (ЧГ), проведённое ФИПИ, показало существенные проблемы у экзаменуемых при работе с текстами условий заданий. Работа по формированию элементов ЧГ может осуществляться по трём основным направлениям. Так в рамках работы на уроках могут быть предложены:

1) задания, направленные на *формирование умений поиска информации и понимания текста*: чтение текста с дополнением пропущенных в нём знаков/символов, иллюстрирующих непонятные слова (термины, понятия); выделение ключевых слов в предложении и абзаце; выписывание определений понятий с использованием словарей и справочников; поиск информации, необходимой для ответа на вопрос и т. д.;

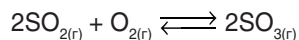
2) задания, направленные на *формирование умений критического анализа и оценки информации*: оценивание правильности суждений, сделанных на основании текста, исходя из своих знаний (верная (неверная) информация, новая (известная) информация и т. д.); определение и восполнение пропуска части информации в процессе работы с несколькими источниками; выявление содержащейся в них противоречивой информации; формулирование оценочных суждений об информации, содержащейся в тексте;

3) задания, направленные на *формирование умений преобразования и интерпретации информации*: переформулирование оборотов речи текстов научного (научно-учебного) стиля; формулирование и запись ответа на вопрос на основе некоторой опорной информации (текста, схемы, таблицы, графика); составление таблицы или схемы на основе текста, заполнение таблицы; составление обобщённого плана или алгоритма действий (ответа, решения) на основе прочитанного текста и т. д.

Большая часть из указанных умений уже проверяется заданиями ЕГЭ по химии. Так, в 2022 г. появилось новое задание 23, в котором предусмотрена работа как с текстовой частью условия, так и с предложенной в нём таблицей. Включение в условие задания уравнения химической реакции и количественных данных, отражающих происходящие с веществами изменения, позволило изменить ракурс анализа состояния химического равновесия. Более того, в 2022 г. те экзаменуемые, которые были подготовлены к решению данного задания, быстро освоили специфику работы с таблицей. Именно тщательная отработка алгоритма работы с таблицей позволила многим из них достаточно успешно справиться с данным заданием (пример 5).

Пример 5

В реактор постоянного объёма поместили оксид серы (IV) и кислород. В результате протекания обратимой реакции в реакционной системе



установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию SO_2 (X) и равновесную концентрацию O_2 (Y).

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

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,2 моль/л
- 2) 0,3 моль/л
- 3) 0,4 моль/л
- 4) 0,6 моль/л
- 5) 0,7 моль/л
- 6) 0,8 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Рассмотрим один из вариантов решения данного задания.

Добавим в приведённую таблицу ещё одну строку и впишем X и Y в ячейки в соответствии с условием задания.

Реагент	SO_2	O_2	SO_3
Исходная концентрация (моль/л)	X	0,6	
Прореагировало (моль/л) (–) / Образовалось (моль/л) (+)			
Равновесная концентрация (моль/л)	0,3	Y	0,4

Рассмотрим изменения, происходящие с оксидом серы (VI).

Его исходная концентрация равна 0 моль/л, так как соединения не было в исходной смеси. Поскольку объём реактора неизвестен, предположим, что он равен 1 л. Тогда в ходе реакции образовалось 0,4 моль SO_3 .

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

По уравнению реакции количество вещества образовавшегося SO_3 равно количеству вещества прореагировавшего сернистого газа (SO_2).

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

По уравнению реакции количество вещества прореагировавшего кислорода (O_2) в 2 раза меньше, чем количество вещества образовавшегося SO_3 .

Реагент	SO ₂	O ₂	SO ₃
Исходная концентрация (моль/л)	0,7	0,6	0
Прореагировало (моль/л) (–) / Образовалось (моль/л) (+)	–0,4	–0,2	+0,4
Равновесная концентрация (моль/л)	0,3	0,4	0,4

Определяем исходную концентрацию SO₂ (X). В начале реакции его концентрация была X, но после того, как прореагировало 0,4 моль (в таблице –0,4), стало в состоянии равновесия 0,3 моль/л, следовательно, исходная концентрация SO₂ равна 0,7 моль/л.

Определяем равновесную концентрацию кислорода (Y): исходная была равна 0,6 моль/л, а израсходовано 0,2 моль/л, следовательно: $0,6 - 0,2 = 0,4$ моль/л. Находим соответствующие значения в предложенных вариантах и записываем в поле ответа.

Ответ:	X	Y
	5	3

Как видно из представленного решения, применение новых понятий и навыков от обучающихся не требуется. Основная суть решения заключена в понимании количественных соотношений, которые отражены в уравнении реакции с помощью коэффициентов. Важную роль играет и логическое мышление, которое нужно продемонстрировать при анализе приведённых в таблице данных.

Алгоритмичная система работы должна быть выстроена и при выполнении задания 5. В нём при сохранении прежнего контролируемого элемента содержания предложена иная (по сравнению с 2021 г.) форма предъявления условия: формулы и названия девяти неорганических веществ размещены в пронумерованных ячейках таблицы.

Для выполнения задания экзаменуемым необходимо установить соответствие между тремя указанными в условии классами (группами) веществ и представителями этих классов, формулы (названия) которых приведены в ячейках таблицы. Важно заметить, что названия веществ могут быть как систематические, так и тривиальные, но вероятность встретить какое-либо тривиальное название вещества, которое не изучается в школьном курсе, отсутствует, а вот редко используемое название — возможно. Могут встретиться названия щелочей — едкое кали, едкий натр, гашёная известь; названия солей — маляхит и пирит, медный купорос и питьевая сода, нашатырь и аммиачная селитра; названия оксидов — веселящий газ, угарный газ, негашёная известь и др.

Ниже приведён пример задания 5 (пример 6).

Пример 6

Среди предложенных формул (названий) веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы (названия): А) сильной кислоты; Б) оксида; В) щелочи.

1 силан	2 сернистая кислота	3 гашеная известь
4 HClO ₃	5 серный колчедан	6 HF
7 питьевая сода	8 NH ₄ HSO ₄	9 вода

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

Ответ:	A	B	B

Выполнение данного задания может осуществляться разными способами. Можно начать с определения классов (групп) всех веществ, приведённых в таблице.

Другой вариант — находить в таблице только те классы (группы), которые указаны под буквами А, Б и В. Минус данного подхода заключается в необходимости 3 раза просматривать названия (формулы) всех девяти веществ, указанных в ячейках. Только так можно быть уверенным, что задание выполнено верно.

Для отработки материала, востребованного при выполнении данного задания, можно использовать последовательно (на уроках) заполняемую таблицу с тремя колонками, где приведены формулы и названия веществ, для которых активно используются тривиальные названия или карточки и на двух сторонах написаны формула и название вещества. Для текущего контроля можно использовать диктанты по на-

званиям и формулам: например, учитель называет формулу, а ученик записывает (систематическое (тривиальное)) название или, наоборот, предлагается название, а ученик записывает формулу. В качестве более сложного варианта подобных заданий можно предложить не только записывать формулу (название вещества), но и указывать его класс (группу).

Ещё одним заданием в вариантах 2022 г., в котором не был изменён контролируемый элемент содержания («Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная»), но изменилась форма предъявления условия, стало задание 21. В помощь экзаменуемому поступает контекст, который раскрывает основные понятия, используемые в задании, и отражает опорные данные про среду растворов (пример 7).

Как можно понять из анализа условия, первый шаг в выполнении рассматриваемого задания практически полностью

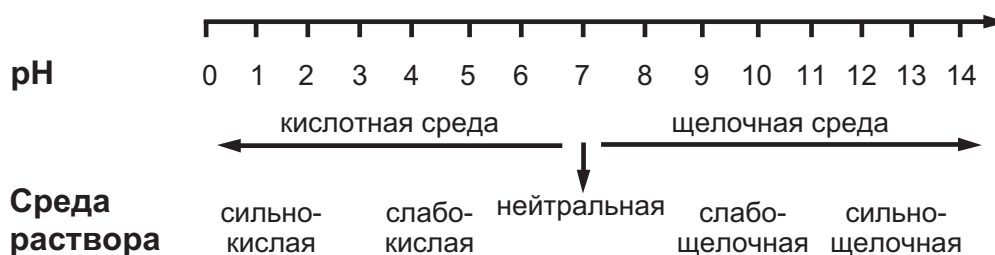
Пример 7

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.

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

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

Шкала pH водных растворов электролитов



Для веществ, приведённых в перечне, определите характер среды их водных растворов.

- 1) CuSO_4
- 2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- 3) NaHCO_3
- 4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Запишите номера веществ в порядке уменьшения значения pH их водных растворов, учитывая, что концентрация (моль/л) всех растворов одинаковая.

Ответ: → → →

совпадает с решением задания прошлого года: необходимо определить, как протекает гидролиз у солей (какой из типов характерен), приведённых в перечне, т. е. какая среда будет в растворах. Можно посоветовать обучающимся подчеркнуть тот ион, который подвергается гидролизу, зафиксировать среду раствора рядом с веществом.

После того как вспомогательные записи, отражающие среду каждого из четырёх растворов веществ, сделаны, целесообразно подписать пронумерованные формулы под указанными в рамке пятью разновидностями среды растворов. Данный шаг помогает затем безошибочно перенести номера веществ в соответствующее поле с учётом требования условия: возрастания или уменьшения значения pH. Хотелось бы подчеркнуть: при анализе вариантов ответов обучающихся на данное задание было выявлено, что одним из самых популярных ответов является тот, в котором цифры записаны в обратном порядке. Особенно часто этот вариант ответа встречался в заданиях, в которых требовалось расположить вещества в порядке уменьшения значения pH. С большой долей вероятности можно утверждать, что такая ошибка связана с невнимательным прочтением требования условия. Для устранения ошибок, связанных с отражением в ответе некоторой тенденции (возрастание (убывание), увеличение (уменьшение)), подобные ключевые слова целесообразно подчёркивать. Это актуально и для заданий 2 и 18, в которых такие слова могут использоваться.

Наличие проблем в сформированности метапредметных планируемых результатов ярко проявляется и при выполнении задания 4. В задании требуется выбрать два вещества, сопоставив два фактора. Для этого также важно правильно выстроить строгий алгоритм действий и продемонстрировать приёмы логического мышления: выделять характерные признаки понятий и устанавливать их взаимосвязь; рассматривать объект разносторонне, учитывая заданные параметры.

При выполнении данного задания целесообразно рядом с перечнем веществ сделать две колонки, в которых отмечать вещества, соответствующие указанным тре-

бованиям: например, тип кристаллической решётки и вид химической связи.

Аналогичное сопоставление нескольких параметров, которым должен соответствовать правильный ответ, требуется и при выполнении задания 6. В этом задании можно порекомендовать обучающимся иллюстрировать проводимые манипуляции с веществами и признаки протекающих реакций. Для этого можно указывать формулы веществ, которые уже находятся в пробирке и стрелками фиксировать процесс добавления выбранных из перечня веществ, подкрепляя рисунки записями признаков протекания происходящих реакций.

Обновление произошло в последнем блоке заданий первой части, в которой представлены расчётные задачи. Так, например, в задании 27 из контролируемых элементов содержания исключён элемент содержания «расчёт объёмных отношений газов при химических реакциях». Таким образом, в указанном задании осталась только позиция «расчёты по термохимическим уравнениям».

Изменение также коснулось последнего задания (28) части 1. В 2022 г. из этой линии были исключены задачи на расчёт массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ, так как это традиционный тип расчётов, который входит в программу по химии основной школы. Как и предполагалось, более показательными с точки зрения отражения различий в уровне подготовки выпускников стали задачи, предусматривающие расчёт массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного или массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Показательным является многообразие ответов на расчётные задачи, которые должны быть представлены в виде числовых значений с определённой степенью точности округления. Важно заметить, что многие из них при правильном округлении были бы правильными. Такие ошибки свидетельствуют не только о дефицитах в сформированности элементов математической грамотности, но и о недостаточной сформированности регулятивных

универсальных учебных действий — уметь следовать инструкциям, определять порядок действий, работать по плану.

К сожалению, нередко случаи и записи кратных ответов, что свидетельствует о проблемах в формировании базовых математических и (или) элементарных химических знаний. Речь идёт об умениях работать с коэффициентами и проводить простейшие арифметические расчёты.

Структурные и содержательные изменения в части 2 отсутствовали: как и в 2021 г., она включала в себя шесть заданий: четыре качественных задания и две расчётные задачи (33 и 34). Как показывает статистика последних лет, именно они и вызывают наибольшие трудности у обучающихся.

Именно эти задания в первую очередь выполняют роль дифференцирующего фактора для наиболее подготовленных экзаменуемых, справляющихся с работой с результатом 90–100 баллов. В настоящее время основную сложность в задании 33 составляют понимание логики проводимого химического эксперимента и математические расчёты. Так, например, экзаменуемому необходимо понять, на основании каких данных можно рассчитать значение количества вещества реагентов, и что необходимо учесть, чтобы правильно определить их соотношение в реакционной смеси. Именно за счёт изменений подходов к формулированию указанных компонентов условия и достигается преимущественно вариативность в условиях этих заданий. Химическая составляющая описываемых процессов меняется несущественно: электролиз, сливание растворов или разделение раствора на части, внесение в раствор металлической пластины, остановка химических процессов и т. п. Показательно, что после комментирования решения или просмотра готового решения многие обучающиеся соглашались с доступностью решения данного задания.

Наибольшую сложность в решении задания 34 (по нумерации 2022 г.) составляет определение структуры органического вещества. При этом экзаменуемыми нередко не учитываются те данные, которые в условии задания призваны помочь им в решении, а именно данные о структуре, положении заместителей, химических свойствах веществ, способах получения. Не всегда

учитывается возможность использования общих формул классов веществ.

Нельзя не отметить и тот факт, что ежегодно публикуемые анализы статистических данных и методические рекомендации по итогам ЕГЭ показывают существенные потери баллов отлично подготовленными обучающимися в части 1 и в более простых заданиях части 2. Так, например, в заданиях 29 и 30 учащимися не учитываются прописанные в условии задания признаки протекания реакций. Нередко в задании 30 экзаменуемые пропускают заряды ионов или не сокращают коэффициенты в сокращённом ионном уравнении реакции. Распространённой ошибкой в решениях заданий 31 и 32 (цепочки превращений) является пропуск коэффициентов, причём в наиболее простых уравнениях реакций, тогда как в сложных окислительно-восстановительных реакциях они расставлены безошибочно.

Дальнейшее развитие и совершенствование КИМ по химии не предполагает каких-либо кардинальных изменений, если не принимать в расчёт всё чаще озвучиваемые идеи о переводе экзаменов в компьютерный вариант или о возможности использования искусственного интеллекта (например, на этапе проверки). Вместе с тем каждому здравомыслящему человеку хотелось бы, чтобы качество образовательной подготовки школьников и студентов не имело тенденции к снижению, а специалисты, получившие профильное химическое, медицинское, экологическое и другое образование, могли бы на высоком уровне справляться со всеми поставленными перед ними профессиональными задачами. Продвижение в этом направлении возможно только при конструктивном и профессиональном сотрудничестве всех заинтересованных сторон.

Возвращаясь к вопросу о формировании метапредметных планируемых результатов, в основе которых лежат навыки работы с информацией, представленной в различной форме, следует отметить большую работу, проделанную сотрудниками ФИПИ по созданию банка заданий для отработки навыков письменной (а возможно, и устной) речи школьников, а также банка заданий по проверке естественно-научной грамотности школьников 5–9-х классов.

Оба банка заданий размещены на сайте ФИПИ, сопровождаются методическими рекомендациями по их использованию как в рамках текущего учебного процесса, так и при проведении контрольно-оценочных мероприятий.

Внесённые в 2022 г. в КИМ ЕГЭ по химии изменения максимально затронули задания, которые за последние два-три года показали некоторое снижение дифференцирующей способности. Именно этим и были обусловлены корректировки в моделях заданий 5, 21, 27 и 28. Статистические данные о выполнении указанных заданий в рамках ЕГЭ 2022 г. показали эффективность внесённых изменений. Дальнейшая корректировка заданий КИМ должна быть обусловлена определёнными предпосылками. Одной из них является уточнение направленности заданий на проверку тех или иных умений, в частности предметных и метапредметных планируемых результатов. Так, новое задание 23, включённое в КИМ ЕГЭ 2022 г., предусматривающее анализ данных, представленных как в виде уравнения химической реакции, так и в форме таблицы, было выполнено успешно экзаменуемыми с различным уровнем подготовки. Во многом это определялось уже заложенным табличной формой алгоритмом действий. Для первого года использования задания это был оправданный шаг, так как подобные модели заданий очень редко встречаются в школьной практике. Однако в 2023 г. условие задания будет скорректировано: все данные о концентрации веществ на различных этапах

протекания химической реакции будут включены в текстовый фрагмент. Из этого следует, что экзаменуемым в качестве оптимального подхода к решению потребуется самостоятельно составить таблицу и перенести все количественные данные, на основании которых будут проведены необходимые расчёты.

В качестве другой незначительной корректировки считаем целесообразным поменять порядок следования расчётных задач: сразу после цепочки превращения органических веществ будет следовать задача по органической химии, которая ранее завершала экзаменационный вариант. В 2023 г. последним заданием станет наиболее сложное. В некоторой степени данный шаг предпринят и для того, чтобы экзаменуемые к моменту начала работы над ним уже завершили решение других заданий экзаменационного варианта. Как показывают комментарии выпускников прошлых лет, некоторые из них затрачивали избыточное время на решение самого сложного задания и не успевали внимательно перенести в бланки ответов все цифры и записи решения. Кроме того, важно также перепроверить правильность изначально полученных ответов на задания части 1, например, учесть заданную в инструкциях точность округления ответов. Данный процедурный аспект ЕГЭ также требует помощи учителя на этапе подготовки к экзамену учащихся: объяснение важности грамотного распределения времени на выполнение заданий и осуществления самоконтроля при оформлении бланков ответов.