



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

Д.Ю. Добротин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для учителей, подготовленные
на основе анализа типичных ошибок
участников ЕГЭ 2022 года**

по ХИМИИ

Москва, 2022

Содержание КИМ ЕГЭ определяется на основе ФГОС СОО с учетом примерной основной образовательной программы среднего общего образования. Была также обеспечена преемственность между положениями ФГОС ООО и федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, а также были сохранены установки, на основе которых формировались экзаменационные модели предыдущих лет.

КИМ ориентированы на проверку усвоения системы знаний и умений, формирование которых предусмотрено инвариантной частью действующих программ по химии для общеобразовательных организаций. Во ФГОС эта система знаний и умений представлена в виде требований к предметным и метапредметным результатам освоения учебного предмета. Строгое соответствие заданий данным требованиям соотносится с уровнем предъявления в КИМ проверяемых элементов содержания.

Как и в предыдущие годы, задания КИМ ЕГЭ 2022 г. построены на учебном материале основных разделов школьного курса химии: общей, неорганической и органической, изучение которых обеспечивает овладение обучающимися системой химических знаний, а также с учетом его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы. К числу главных составляющих этой системы относятся: ведущие понятия о химическом элементе, веществе и химической реакции; основные законы и теоретические положения химии; знания о системности и причинности химических явлений, генезисе веществ, способах познания веществ. Экзаменационные варианты по химии содержат задания, различные по форме предъявления условия и виду требуемого ответа (с кратким и развернутым ответами), по уровню сложности (базового, повышенного и высокого), а также по способам оценки их выполнения.

Каждое задание строилось таким образом, чтобы его содержание соответствовало требованиям к уровню усвоения учебного материала и формируемым видам учебной деятельности. Большое внимание при конструировании заданий было уделено усилению деятельностной и практико-ориентированной составляющей 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, умения обобщать знания, применять ключевые понятия и др.

Экзаменационный вариант состоит из двух частей, включающих 28 заданий базового и повышенного уровней сложности с кратким ответом (часть 1) и 6 заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом.

В экзаменационную работу 2022 г. по сравнению с работой 2021 г. внесен ряд изменений, которые не повлияли на ее структуру и охват материала. Так, например, уменьшено с 35 до 34 общее количество заданий. Это достигнуто в результате объединения контролируемых элементов содержания, имеющих близкую тематическую принадлежность или сходные виды деятельности при их выполнении. Так, например, элементы содержания «Химические свойства углеводов» и «Химические свойства кислородсодержащих органических соединений» (в 2021 г. – задания 13 и 14) проверялись заданием 12. В обновленном задании снято ограничение на количество элементов ответа, из которых может состоять полный правильный ответ.

Исключено задание 6 (по нумерации 2021 г.), так как умение характеризовать химические свойства простых веществ и оксидов проверяется заданиями 7 и 8.

Изменение моделей заданий КИМ осуществляется главным образом, за счет расширения диапазона мыслительных операций и формы предъявления условий заданий. При этом акцент делается на усиление контроля метапредметной составляющей образовательной подготовки обучающихся, в том числе умений функциональной грамотности.

Так, например, в задании 5 предложена новая 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.

Еще одним заданием в вариантах 2022 г., в котором не был изменен контролируемый элемент содержания, но изменена форма предъявления условия, является задание 21. Контролируемый элемент содержания: «Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная».

В помощь экзаменуемому поступает контекст, который раскрывает основные понятия, используемые в задании, и отражает опорные данные про среду растворов.

В 2022 г. включено новое задание 23, контролируемые элементы содержания в котором представлены в следующем комплексе: «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». Именно новый акцент в условии задания, предусматривающий учет количественной составляющей происходящих с веществами изменений, позволяет иначе посмотреть на состояние химического равновесия.

Как видно из представленного условия, применения 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 приведенных в таблице данных.

Обновление произошло в последнем блоке заданий части 1, в которой представлены расчетные задачи. Так, например, исключен из контролируемых элементов содержания в задании 28 (по нумерации 2021 г.) «расчет объемных отношений газов при химических реакциях»; таким образом на позиции 27 (по нумерации 2022 г.) остались только «расчеты по термохимическим уравнениям».

Изменение также коснулось последнего задания (28) части 1. В 2022 г. на этой позиции не проверялось умение проводить расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ. Это традиционный тип расчетов, который длительное время входил в программу по химии для основной школы, и по этой причине для ЕГЭ более показательными с точки зрения отражения уровня подготовки выпускников должны быть задачи, предусматривающие расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного или массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Изменена шкала оценивания некоторых заданий в связи с уточнением уровня их сложности и количеством мыслительных операций при их выполнении. В результате этого максимальный балл за выполнение работы в целом составил 56 баллов (в 2021 г. – 58 баллов).

В целом внесенные изменения ориентированы прежде всего на дальнейшее повышение объективности проверки сформированности ряда важных метапредметных умений, в первую очередь таких, как анализ текста условия задания, представленного в различной форме (таблица, схема, график), комбинирование аналитической и расчетной деятельности, анализ состава веществ и прогноз возможности протекания реакций между ними, моделирование процессов и описание признаков их протекания.

В 2022 г. в основной период ЕГЭ по химии приняло участие 83 482 человека¹.
На рис. 1 приведено распределение первичных баллов ЕГЭ 2022 г.



Рис. 1

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: плохо подготовленных и отлично подготовленных. Это может быть вызвано существенной разницей в объеме учебной нагрузки у старшеклассников, изучавших химию на базовом и углубленном уровнях. Так, если на базовом уровне химия изучается в объеме 1–2 часа в неделю, то на углубленном уровне объем 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 надежных 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 определенного 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, определять виды химической связи

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

и типы кристаллических решеток, 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 успешно 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 на классификацию неорганических веществ и на умение определять характер среды водных растворов электролитов. Это может быть обусловлено изменением формы предъявления условия заданий. Так, в задании 5 включена таблица с формулами и названием веществ, а в условии задания 21 введен пункт, который предусматривает выполнение дополнительной мыслительной операции – расстановки веществ в определенной последовательности (порядке возрастания/убывания значения рН).

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 участники ЕГЭ 2022 г. испытывали при выполнении заданий, предусматривающих проведение расчетов (заданий 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, подкрепленные установлением причинно-следственных связей.

В основном структура варианта экзаменационной работы сохранена такой же, как и в предыдущие годы. В часть 1 варианта включены задания базового и повышенного уровней сложности, которые были сгруппированы по четырем 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»; «Расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций». В части 2 варианта присутствовали задания высокого уровня сложности, выполнение которых требовало полного развернутого 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 четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атомов и ионов. Основное и возбужденное 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 химических элементов» – 60% (в 2021 г. – 52,9%);
- задание 4 «Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия

связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь», «Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения» – 41,7% (в 2021 г. – 57,2%);

Отметим тем не менее некоторые задания этого содержательного блока, выполнение которых вызвало затруднения даже у хорошо подготовленных выпускников. Задания с порядковым номером 1 в варианте в большинстве своем успешно выполнены экзаменуемыми. Условия этих заданий достаточно хорошо известны выпускникам и подробно разбираются на занятиях при подготовке к экзаменам. Возможно, что по этой причине многие из них пренебрегают советами преподавателей фиксировать запись ответа на задание. Приведем пример задания.

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 |

Для многих экзаменуемых привлекательным явился 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 внимание 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.

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

Пример 2

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в образованных ими анионах с общей формулой ЭO_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 |

Обратим внимание на то, что серьезные затруднения испытывали выпускники со слабой подготовкой. Вероятно, они затруднились в выстраивании следующей логической последовательности мысленных операций: 1) так как степень окисления аниона четная (–2) и суммарная степень окисления атомов кислорода $x \cdot (-2)$ тоже четная, то элемент Э будет иметь положительную четную степень окисления; 2) элементы Ca и Ba не образуют

анионов; 3) остается 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 решеток веществ. Приведем пример задания.

Пример 3

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

- 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 |

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 приемы 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 решетка и ковалентная неполярная связь. Проанализируем предложенные вещества по каждому из критериев. Вначале целесообразно определить, что немолекулярную кристаллическую решетку имеют вещества кремний (атомная), пероксид натрия (ионная), оксид кремния (атомная). Затем надо проанализировать виды химической связи, которые реализуются в каждом из трех 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 заданий 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 электролитов 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. Приведем результаты выполнения этих заданий (средние проценты выполнения).

| № 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 |

Как видно по результатам, даже выпускники с хорошей подготовкой (гр. 3) испытывали затруднения при выполнении этих заданий. Это свидетельствует о недостаточно прочном овладении предметными и метапредметными универсальными учебными познавательными действиями: выявлять характерные признаки понятий, устанавливать их взаимосвязь; использовать при освоении знаний приемы 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 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

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.

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 азотсодержащих 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, которые составляют ответ на задание (два), в задании 12 экзаменуемые должны самостоятельно определить количество элементов ответа. Приведем пример задания.

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 |

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. Возможны также и ошибки, которые допустили экзаменуемые, в определении механизмов, указанных в условии задания реакций. Ответ: 245.

Задания повышенного уровня сложности выполнены экзаменуемыми достаточно хорошо. Результаты выполнения 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.

| № 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 |

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

Выполнение заданий последнего блока **«Химическая реакция. Методы познания в химии. Химия и жизнь. Расчеты 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 по значению рН среду 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, ее 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 углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки» – 52,2% (в 2021 г. – 44,2%).

Такие сравнительно низкие результаты можно объяснить различием заданий базового уровня по формату условия. 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 расчетов по химическим формулам и уравнениям реакций**, следующие. Для заданий базового уровня сложности:

- 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» – 78,3%;
- задание 26 «Расчеты с использованием понятий "растворимость", "массовая доля вещества в растворе"» – 55,5% (в 2021 г. – 52,8%);

- задание 27 «Расчеты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям)» – 67,5% (в 2021 г. – 62,6%);
- задание 28 «Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси» – 38,7%.

По результатам видно, что наибольшие затруднения у экзаменуемых вызвали расчеты 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 развернутый 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.

| № 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 | | |

Каждое из заданий высокого уровня сложности имеет свою шкалу оценивания (от 2 до 5 баллов) в зависимости от количества элементов ответа. Выполнить задание высокого уровня сложности на максимальный балл удастся 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 реакциях в виде соответствующих химических уравнений, а также составлять уравнения реакций, иллюстрирующих схему превращений органических веществ.

Наиболее сложным заданием для экзаменуемых была расчетная 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 четырем группам (табл. 1).

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 |

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

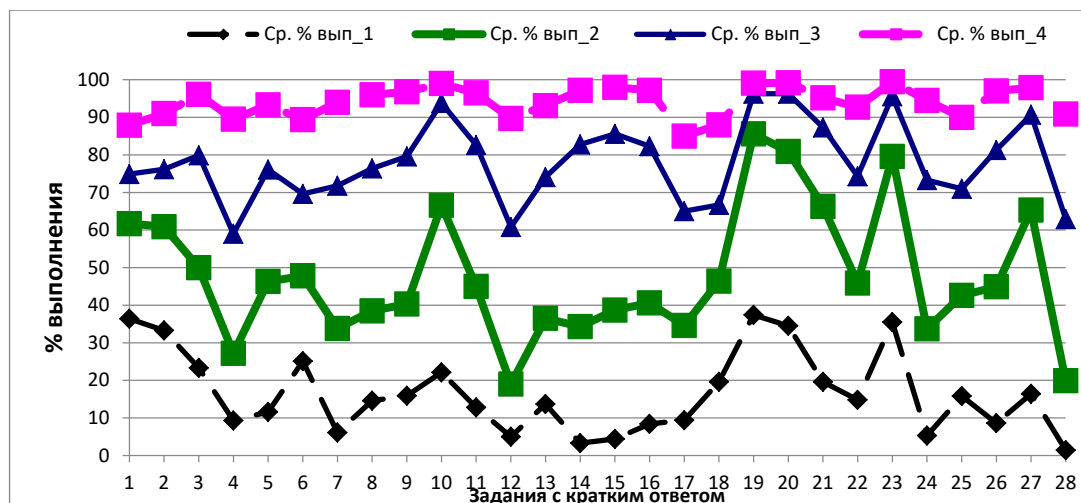


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2022 г. с различным уровнем подготовки

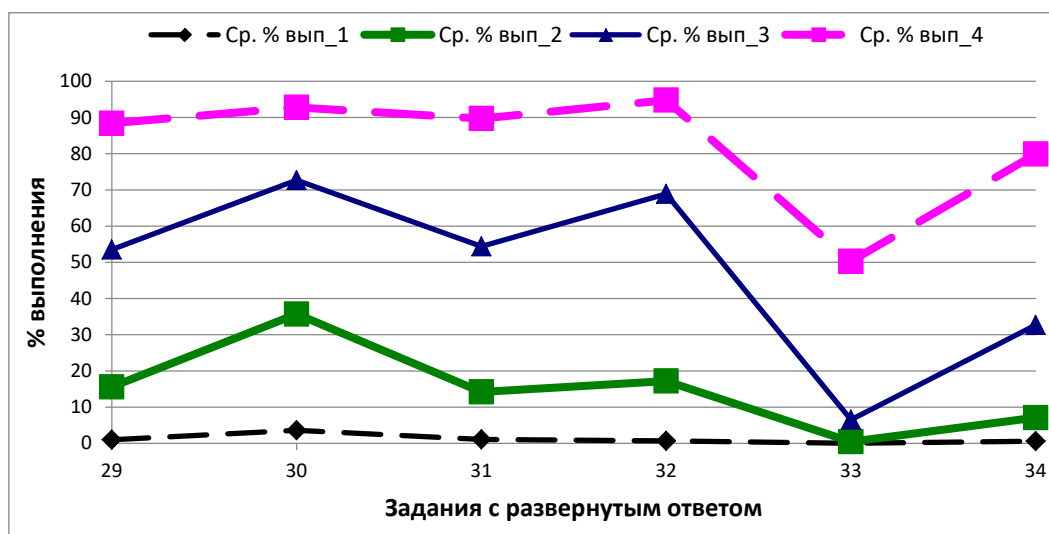


Рис. 3. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом участниками ЕГЭ 2022 г. с различным уровнем подготовки

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

Данные рис. 1 показывают, что успешность выполнения заданий с кратким ответом экзаменуемых 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 четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное 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. Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему 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 уровням сложности. Выполняя эти задания, экзаменуемые продемонстрировали овладение такими умениями, как: характеризовать строение электронных оболочек атомов; определять число неспаренных электронов в атомах; сравнивать строение атомов между собой; оценивать свойства химических элементов и их соединений в зависимости от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; определять степень окисления химического элемента, процессы окисления и восстановления; применять принципы электролиза водных растворов и расплавов солей, щелочей, кислот; проводить расчеты 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 еще 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%. По-видимому, 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 привлекая 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, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. 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 реакции 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 решеток, 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 объема данных рекомендуется искать разнообразные формы изложения материала и предлагать дифференцированные пути его усвоения, например создавать интеллект-карты, инфографику различного рода, повышая тем самым эффективность мышления, увеличивая концентрацию внимания и способствуя пониманию изучаемых процессов вместо механического заучивания свойств.

Низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали и при решении расчетных задач (задания с порядковыми номерами 26–28):

- расчеты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе» (задание 26, средний процент выполнения – 8,6);
- расчеты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям) (задание 27, средний процент выполнения – 16,4);
- расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ;
- расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения – 1,4).

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. Расчеты 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 приемы визуализации.

Отметим, что некоторые экзаменуемые этой группы приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности с развернутым 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).

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 | – | – |

Обратим внимание на то, что даже задание 30, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращенного 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 четырех 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.

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 решеток, 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 четырех предложенных. Это позволит более точно выявлять пробелы в знаниях и затруднения в применении этих знаний при выполнении заданий. И только на заключительном этапе подготовки к экзамену можно использовать задания 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 определенного 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 о том, 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 должную ответственность 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 четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния 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. Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ (задание 23, средний процент выполнения – 79,6);
- расчеты 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 рН в водных растворах электролитов; проводить расчеты концентраций участников реакций в равновесных системах; проводить расчеты по термохимическим уравнениям.

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

- Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. 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 углеводов 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 изменен 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.

- расчеты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе» (задание 26, средний процент выполнения – 44,9);
- расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ;
- расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения – 19,9).

Все перечисленные виды расчетов 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 развернутым ответом экзаменуемыми из группы 2 представлены в таблице (табл. 3).

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 | – | – |

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 развернутым 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 расчетов 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 или недостаточно усвоены знания о строении и свойствах органических веществ, слабо сформированы навыки проведения расчетов 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 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 (трех-четырёх) мыслительных операций (анализ–синтез–сравнение–обобщение), в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ и требующее составить уравнения возможных реакций между ними: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс или написаны ионные уравнения. Количество правильных ответов не должно быть известно школьнику. Важно просить 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 емкую 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, с кратким ответом, с развернутым ответом), так как она необходима для формирования понимания, что правильное выполнение задания невозможно без полного анализа его условия и выбора стратегии решения. Параллельно формируется умение рационального использования времени, отведенного на выполнение экзаменационной работы.

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 учетом 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, ее разновидности и механизмы образования;
- характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи);
- ионная связь;
- металлическая связь;
- водородная связь;
- вещества молекулярного и немолекулярного строения;
- тип кристаллической решетки;
- зависимость свойств веществ от их состава и строения.

Вызвали сложности задания, связанные с проверкой знаний тематического блока «Органическая химия», в особенности характерные химические свойства углеводов 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, ее зависимость от различных факторов (задание 18, средний процент выполнения – 66,7).
- Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси (задание 28, средний процент выполнения – 62,9).

В задании 18 (подобно заданиям 12 и 17) существовала неопределенность 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 своем были достаточно уверенно выполнены экзаменуемыми из данной группы. Результаты выполнения заданий части 2 экзаменационной работы экзаменуемыми из группы 3 представлены в табл. 4.

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 | – | – |

Экзаменуемые из этой группы достаточно успешно выполнили задания 29 и 30, большинство выполнило их полностью и получили максимальные 2 балла. Задания 31 и 32 выполнены менее успешно, набрать максимальный балл удалось небольшому числу экзаменуемых. Интересно отметить изменение в динамике результатов выполнения заданий 29–32 у 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 ее решению справились только с составлением уравнений реакций тех химических процессов, которые описаны в условии задачи. Получить максимальный балл удалось лишь немногим выпускникам. Более успешно была решена задача 34: ее 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 еще и на тот факт, что умение распределить свои время и силы в процессе выполнения экзаменационной работы является важным дифференцирующим фактором определения уровня подготовленности экзаменуемых. На этот фактор надо обратить внимание выпускников при организации их самостоятельной работы при подготовке к экзаменам.

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 овладение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности. Отметим, что практически все задания части 1 экзаменационной работы выполнены ими с результатом выше 90%. Это свидетельствует о том, что уверенное владение системой химических знаний позволяет экзаменуемым из данной группы успешно комбинировать химические понятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них метапредметных умений: находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать ее и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями условия.

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

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

- строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов (задание 1, средний процент выполнения – 87,9);
- ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. 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 углеводородов 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, ее зависимость от различных факторов (задание 18, средний процент выполнения – 88,0).

Как упоминалось выше, задания 12, 17 и 18 имели неопределенное 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 еще и нахождения взаимосвязей, и конкретизации, и 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 табл. 5.

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 | – | – |

Результаты выполнения заданий показывают, что большая часть экзаменуемых выполняли задания с развернутым 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 многим даже для этой группы экзаменуемых. При его выполнении большинство выпускников смогли составить уравнения реакций, о которых идет речь в условии задания, но далеко не все смогло 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 нахождения промежуточных и конечной неизвестных физических величин.

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

Обучая школьников приемам работы с различными типами контролируемых заданий (с кратким ответом и развернутым 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, отведенного 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 еще одним значимым направлением модернизации российского образования – формированием элементов функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной.

Так, например, исследование уровня сформированности читательской грамотности (ЧГ), проведенное ФИПИ, показало существенные проблемы у экзаменуемых при работе с текстами условий заданий. Работа по формированию элементов ЧГ может осуществляться по трем 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 нем 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 текста*: 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 текста и т.д.;

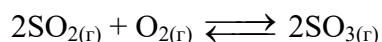
3) задания, направленные на *формирование умений преобразования и интерпретации информации текста*: переформулирование оборотов речи текстов научного (научно-учебного) стиля; формулирование и запись ответа на вопрос на основе некоторой опорной информации (текста, схемы, таблицы, графика); составление таблицы

или схемы на основе текста, заполнение таблицы; составление обобщенного 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 нем таблицей. Включение в условия 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

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



установилось химическое равновесие. Используя данные, приведенные 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 приведенную таблицу еще 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 объем 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 SO_2 (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 SO_2 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 приведенных в таблице данных.

Алгоритмичная система работы должна быть выстроена и при выполнении задания 5. В нем 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, гашеная известь; названия солей – малахит и пирит, медный купорос и питьевая сода, нашатырь и аммиачная селитра; названия оксидов – веселящий газ, угарный газ, негашеная известь и др.

Ниже приведен пример задания 5.

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_4HSO_4 | 9 | вода |

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

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

Выполнение данного задания может осуществляться разными способами. Можно начать с определения классов/групп всех веществ, приведенных 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, в которых приведены формулы и названия веществ, для которых активно используются тривиальные названия или карточки, на двух сторонах которых написаны формула и название вещества. Для текущего контроля можно использовать диктанты по названиям 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.

Еще одним заданием в вариантах 2022 г., в котором не был изменен 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

Для выполнения задания 21 используйте следующие справочные данные.
Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворенного вещества (n) к объему раствора (V).
pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Шкала рН водных растворов электролитов



Для веществ, приведенных 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 рН их водных растворов, учитывая, что концентрация (моль/л) всех растворов одинаковая.

Ответ: → → →

Как можно понять из анализа условия, первый шаг в выполнении рассматриваемого задания практически полностью совпадает с решением задания прошлого года: необходимо определить, как протекает гидролиз у солей (какой из типов характерен), приведенных 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 четырех 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 учетом требования условия: возрастания или уменьшения значения рН. 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 этот вариант ответа часто встречался в заданиях, в которых требовалось расположить вещества в порядке уменьшения значения рН. 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 подчеркивать. 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 приемы 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 требованиям: например тип кристаллической решетки 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 расчетные задачи. Так, например, в задании 27 из контролируемых элементов содержания исключен элемент содержания «расчет объемных отношений газов при химических реакциях». Таким образом, в указанном задании осталась только позиция «расчеты по термохимическим уравнениям».

Изменение также коснулось последнего задания (28) части 1. В 2022 г. из этой линии были исключены задачи на расчет массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ, так как это традиционный тип расчетов, 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 расчет массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного или массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Показательным является многообразие ответов на расчетные задачи, которые должны быть представлены в виде числовых значений с определенной 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 – умений 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 идет об умениях работать с коэффициентами и проводить простейшие арифметические расчеты.

Структурные и содержательные изменения в части 2 отсутствовали: как и в 2021 г. она включала в себя 6 заданий: 4 качественных задания и 2 расчетные 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 расчеты. 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 счет 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 сокращенном ионном уравнении реакции. Распространенной ошибкой в решениях заданий 31 и 32 (цепочки превращений) является пропуск коэффициентов, причем 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 расчет все чаще озвученные 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, сделанную сотрудниками ФИПИ по созданию банка заданий для отработки навыков письменной (а возможно, и устной) речи школьников, а также банка заданий по проверке естественнонаучной грамотности школьников 5–9 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.

Внесенные 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 внесенных изменений. Дальнейшая корректировка заданий КИМ должна быть обусловлена определенными 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, включенное 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 расчеты.

В качестве другой незначительной корректировки считаем целесообразным поменять порядок следования расчетных 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, особенно учесть заданную инструкциями степень точности 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.

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

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2023 г.;
- открытый банк заданий ЕГЭ;
- Навигатор самостоятельной подготовки к ЕГЭ (fipi.ru);
- Учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;
- Методические рекомендации на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет (2015–2021 гг.);
- Методические рекомендации для учителей по преподаванию учебных предметов в образовательных организациях с высокой долей обучающихся с рисками учебной неуспешности. Химия;
- журнал «Педагогические измерения»;
- видеоконсультации для участников ЕГЭ (<https://fipi.ru/ege/videokonsultatsii-razrabotchikov-kim-yege>).

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2022 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)³ КИМ по химии – 0,94.

| Номер задания | Проверяемые элементы содержания | Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору | Коды требований | Уровень сложности задания | Макс. балл за вып. задания | Средний процент выполнения |
|---------------|--|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырех периодов: <i>s</i> -, <i>p</i> - и <i>d</i> -элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбужденное состояния атомов | 1.1.1 | 1.2.1, 2.3.1 | Б | 1 | 64,3 |
| 2 | Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IА–IIIА групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов. Характеристика переходных элементов – меди, цинка, хрома, железа – по их положению в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностям строения их атомов. Общая характеристика неметаллов IVA–VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева и особенностями строения их атомов | 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4 | 1.2.3, 2.4.1, 2.3.1 | Б | 1 | 64,2 |
| 3 | Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов | 1.3.2 | 1.1.1, 2.2.1 | Б | 1 | 59,8 |
| 4 | Ковалентная химическая связь, ее разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Тип кристаллической решетки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения | 1.3.1, 1.3.3 | 2.2.2, 2.4.2, 2.4.3 | Б | 1 | 41,7 |
| 5 | Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная) | 2.1 | 1.3.1, 2.2.6 | Б | 1 | 54,6 |

³ Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

| | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|------|
| 6 | <p>Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа.</p> <p>Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных.</p> <p>Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот.</p> <p>Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка). Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты.</p> <p>Реакции ионного обмена</p> | 1.4.5, 1.4.6, 2.5, 2.6, 2.7 | 1.1.1, 1.1.2, 1.2.1, 2.3.3, 2.4.4 | П | 2 | 55,5 |
| 7 | <p>Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная).</p> <p>Характерные химические свойства неорганических веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка) | 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 | 47,7 |
| 8 | <p>Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная).</p> <p>Характерные химические свойства неорганических веществ:</p> <ul style="list-style-type: none"> – простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа); – простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния; – оксидов: основных, амфотерных, кислотных; – оснований и амфотерных гидроксидов; – кислот; – солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка) | 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 | 52,8 |

| | | | | | | |
|----|---|---|-------------------------------------|---|---|------|
| 9 | Взаимосвязь неорганических веществ | 2.8 | 2.3.3, 2.4.3 | Б | 1 | 54,7 |
| 10 | Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная) | 3.3 | 2.2.6 | Б | 1 | 70,2 |
| 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 | 3.1, 3.2 | 1.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.7 | Б | 1 | 56,7 |
| 12 | Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов (в лаборатории). Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола. Характерные химические свойства альдегидов, предельных карбоновых кислот, сложных эфиров. Основные способы получения кислородсодержащих органических соединений (в лаборатории) | 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 | 38,3 |
| 13 | Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки | 3.7, 3.8 | 2.3.4 | Б | 1 | 50,8 |
| 14 | Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Важнейшие способы получения углеводородов. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальные механизмы реакций в органической химии | 3.4, 4.1.7 | 2.3.4, 2.4.4 | П | 2 | 50,9 |
| 15 | Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений | 3.5, 3.6, 4.1.8 | 2.3.4 | П | 2 | 53,7 |
| 16 | Взаимосвязь углеводородов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений | 3.9 | 2.3.4, 2.4.3 | Б | 1 | 54,2 |
| 17 | Классификация химических реакций в неорганической и органической химии | 1.4.1 | 2.2.8 | Б | 1 | 45,5 |
| 18 | Скорость реакции, ее зависимость от различных факторов | 1.4.3 | 2.4.5 | Б | 1 | 53,0 |
| 19 | Реакции окислительно-восстановительные | 1.4.8 | 2.2.1, 2.2.5 | Б | 1 | 81,0 |
| 20 | Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот) | 1.4.9 | 1.1.3, 2.2.5 | Б | 1 | 78,7 |

| | | | | | | |
|----|--|---|-------------------------------------|---|---|------|
| 21 | Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная | 1.4.7 | 2.2.4 | Б | 1 | 67,2 |
| 22 | Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов | 1.4.4 | 2.4.5 | П | 2 | 54,6 |
| 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 | 1.4.4, 4.3.3 | 1.1.1, 2.5.2 | П | 2 | 78,3 |
| 24 | Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений | 4.1.4, 4.1.5 | 2.5.1 | П | 2 | 48,1 |
| 25 | Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка. Высокмолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки | 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5 | 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 2.2.4 | Б | 1 | 52,2 |
| 26 | Расчеты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе» | 4.3.1 | 2.5.2 | Б | 1 | 55,5 |
| 27 | Расчеты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям) | 4.3.4 | 2.5.2 | Б | 1 | 67,5 |
| 28 | Расчеты массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси | 4.3.3, 4.3.8, 4.3.9 | 2.5.2 | Б | 1 | 38,7 |
| 29 | Окислитель и восстановитель. Реакции окислительно-восстановительные | 2.8 | 2.3.3, 2.4.3, 2.4.4 | В | 2 | 34,0 |
| 30 | Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена | 1.4.8 | 2.2.5, 2.4.4 | В | 2 | 48,0 |
| 31 | Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ | 4.3.1 | 2.5.2 | В | 4 | 33,9 |
| 32 | Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений | 3.9 | 2.3.4, 2.4.3 | В | 5 | 39,8 |

| | | | | | | |
|----|---|-------------------------------------|-------|---|---|------|
| 33 | <p>Расчеты с использованием понятий «растворимость», «массовая доля вещества в растворе».</p> <p>Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси).</p> <p>Расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества.</p> <p>Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси</p> | 4.3.1, 4.3.5, 4.3.6, 4.3.9 | 2.5.2 | В | 4 | 9,5 |
| 34 | Установление молекулярной и структурной формул вещества | 4.3.7 | 2.5.2 | В | 3 | 23,8 |