

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по химии

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

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

**Свириденкова
Наталья Васильевна**

кандидат химических наук, доцент кафедры общей и неорганической химии НИТУ «МИСиС», член комиссии по разработке КИМ для ГИА по химии, fipi@fipi.ru

**Снастина
Марина Геннадьевна**

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

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по химии, основные результаты ЕГЭ по химии в 2019 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки, статистические характеристики заданий экзаменационной работы

Контрольные измерительные материалы, которые использовались при проведении ЕГЭ по химии в 2019 г., по своей содержательной основе, структуре и типологии заданий были аналогичны КИМ 2018 г. Каждый экзаменационный вариант состоял из двух частей и включал в себя 35 заданий: часть 1 содержала 29 заданий с кратким ответом базового и повышенного уровней сложности; часть 2 содержала шесть заданий с развёрнутым ответом высокого уровня сложности.

Содержательную основу КИМ составила целостная система знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания учебного предмета «Химия». Данная система знаний образована системами ведущих химических понятий: о химическом элементе и веществе, о химической реакции.

Важным при отборе содержания для КИМ являлся подход, предусматривающий максимальный охват заданиями экзаменационного варианта основных разделов курса химии (неорганической, общей и органической химии), а также значимость учебного материала для общеобразовательной подготовки выпускников средней школы.

Особенности заданий различного уровня сложности обусловлены различиями в их направленности. Так, задания базового уровня сложности проверяют усвоение содержания всех разделов школьного курса химии. При

этом каждое из таких заданий ориентировано на проверку усвоения одного-двух элементов содержания. Однако это не является основанием для того, чтобы отнести данные задания к категории легких, не требующих особых усилий для поиска верного ответа. Напротив, выполнение любого из них предполагает обязательный и тщательный анализ условия и применение знаний в системе.

Задания повышенного уровня сложности предусматривают выполнение большего разнообразия действий по применению знаний в изменённой, нестандартной ситуации (например, для анализа сущности изученных типов реакций), а также сформированность умений систематизировать и обобщать полученные знания.

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

Задания высокого уровня сложности предусматривают комплексную проверку владения умениями: объяснять обусловленность свойств и применения веществ их составом и строением, характер взаимного влияния атомов в молекулах органических соединений, взаимосвязь неорганических и органических веществ, сущность и закономерность протекания изученных типов реакций; проводить комбинированные расчёты по химическим уравнениям. Такие задания проверяют усвоение нескольких элементов содержания из различных тем школьного курса химии: окислительно-восстановительные реакции, реакции ионного обмена, химические свойства неорганических и органических веществ, а также знание физических величин и возможность вычисления их количественного значения на основании формулы вещества или по уравнению химической реакции.

Определение количества заданий по тому или иному разделу, а также уров-

ня их сложности осуществлялись с учётом глубины изучения элементов содержания в школьном курсе химии, а также особенностей требований, предъявляемых к сформированности умений, которые предусмотрены образовательным стандартом.

Большое внимание при конструировании заданий уделено усилению деятельностной и практико-ориентированной составляющей их содержания. Указанная направленность изменений, внесённых в КИМ последние два-три года, способствовала усилению дифференцирующей способности заданий.

Это было достигнуто в результате повышения уровня сложности отдельных заданий за счёт расширения количества элементов содержания, проверяемых одним заданием, увеличения количества последовательно выполняемых мыслительных операций, которые необходимо осуществить для его решения, а также в результате включения в задания повышенного уровня сложности материала, изучаемого на углублённом уровне.

К усилению диагностических возможностей экзаменационного варианта привело включение заданий, содержание которых образовано комбинированием материала из различных содержательных блоков (тем) курса химии или которые предполагают демонстрацию владения универсальными учебными действиями, например такими, как работа с текстовой информацией, обобщение и систематизация данных, приведённых в условии задания.

Конструкция обновлённых моделей заданий высокого уровня сложности осуществлена таким образом, чтобы для их решения требовалось разработать индивидуальный алгоритм решения, т.к. условие этих заданий не предполагало универсального подхода к решению. Такая формулировка условия позволяет контролировать готовность экзаменуемых к разностороннему применению знаний и умений, что характерно для высокого уровня подготовки выпускников.

В экзаменационные варианты 2019 г. не было внесено изменений по сравнению с вариантами 2018 г.

Число участников ЕГЭ по химии существенно (примерно на 5 тыс. человек)

возросло в 2019 г. в сравнении с 2018 г. и составило более 94 тыс. человек¹.

Продолжает расти средний тестовый балл: в 2019 г. он составил 56,3, в то время как в 2018 г. он был равен 54,6.

Снизилась в сравнении с 2018 г. доля участников, не преодолевших минимального балла при сохранении его значения на уровне 13 первичных баллов (36 тестовых баллов): доля таких выпускников в 2019 г. составила 14,7% (в 2018 г. — 16,6%). В сравнении с 2018 г. возросли доли участников с результатами в диапазоне 61–80 т.б. (2019 г. — 32,5%, 2018 г. — 31,5%) и 81–100 т.б. (в 2019 г. — 11,2%; в 2018 г. — 9,4%).

Наиболее успешно всеми участниками ЕГЭ 2019 г. выполнены задания 1, 2, 3, 10, 20, 21 и 22, которые проверяют сформированность следующих умений: применять основные положения химических теорий для анализа строения и свойств веществ; характеризовать *s*-, *p*- и *d*-элементы по их положению в Периодической системе Д.И. Менделеева; понимать смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, свойств химических элементов и их соединений; объяснять зависимость свойств химических элементов и их соединений от положения элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева; понимать смысл важнейших понятий; определять валентность, степень окисления химических элементов, заряды ионов; объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия; использовать важнейшие химические понятия для объяснения отдельных фактов и явлений.

Наименее успешно выполнены задания, предусматривающие проверку: знаний, формируемых в процессе химического эксперимента (задание 25); умений выбирать из перечня вещества, вступающие в окислительно-восстановительное взаимодействие, и составлять соответствующие уравнения реакций (зада-

ние 30), составлять реакции, отражающие химические свойства и взаимосвязь основных классов органических соединений (33), проводить комбинированные вычисления по формулам и уравнениям химических реакций (34 и 35).

Часть 1 экзаменационной работы 2019 г. содержала задания базового и повышенного уровней сложности. Эти задания были сгруппированы по четырём тематическим блокам: «Строение атома. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения свойств химических элементов по периодам и группам». «Строение вещества. Химическая связь»; «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»; «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов»; «Химическая реакция»; «Методы познания в химии»; «Химия и жизнь»; «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

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

Задания этого тематического блока проверяли усвоение базовых теоретических понятий, характеризующих строение атомов химических элементов и строение вещества. Выполнение этих заданий предусматривало умение использовать периодическую систему химических элементов Д.И. Менделеева для определения состава и электронного строения атомов, а также состава и химического характера образуемых ими соединений. Средние результаты выполнения заданий данного блока представлены в табл. 1.

Результаты выполнения заданий позволяют говорить о том, что экзаменуемые продемонстрировали уверенное овладение такими базовыми умениями, как: определять строение атомов химических элементов, сравнивать строение атомов

¹ Добротин Д.Ю., Свириденкова Н.В. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по химии // Педагогические измерения. — 2018. — № 4. — 92–120.

Таблица 1

№ задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности (%)
1	Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: s-, p- и d-элементы. Электронная конфигурация атома. Основное и возбуждённое состояние атомов	78,3
2	Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам. Общая характеристика металлов IA–IIIA 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	80,5
3	Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов	80,5
4	Ковалентная химическая связь, её разновидности и механизмы образования. Характеристики ковалентной связи (полярность и энергия связи). Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь. Вещества молекулярного и немоллекулярного строения. Тип кристаллической решётки. Зависимость свойств веществ от их состава и строения	59,5

между собой, выделять сходство и характер изменения свойств элементов и их соединений; определять степень окисления атомов химических элементов. Надо всё же отметить, что задания, которые требовали сопоставить строение и свойства вещества, выполнены менее успешно, чем задания, в которых надо было определить природу химической связи (ионной, ковалентной, металлической, водородной).

Подтвердим это данными по выполнению подобных заданий (примеры 1 и 2).

Как показывают результаты выполнения этих заданий, даже у хорошо подготовленных обучающихся вызвало затруднение задание (пример 1), выполнение которого предполагало знание характерных свойств веществ с молекулярной кристаллической решёткой. Такого рода затруднение указывает на формальный характер знания

Пример 1

Из предложенного перечня выберите два свойства, которые характеризуют вещества с молекулярной кристаллической решёткой.

- 1) Высокая электропроводность в кристаллическом состоянии
- 2) Высокая твёрдость
- 3) Высокая электропроводность в расплаве
- 4) Высокая летучесть
- 5) Низкая температура плавления

Запишите в поле ответа номера выбранных свойств.

Ответ:

Пример 2

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

- 1) Хлор
- 2) Хлорид серы(II)
- 3) Хлорид лития
- 4) Хлорид рубидия
- 5) Хлорид аммония

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Пример	Средний % выполнения	% выполнения группой «слабых»	% выполнения группой «сильных»
1	39	12,3	70,3
2	87	65,3	99,7

строения веществ: при изучении свойств конкретных веществ учащиеся не придавали значения установлению соответствия между свойствами и строением веществ, недостаточно обобщали и систематизировали эти знания.

Блок «Неорганическая химия»

Задания, проверяющие усвоение знаний этого содержательного блока, были включены как в часть 1 — задания базового и повышенного уровней сложности, так и в часть 2 экзаменационной рабо-

ты — задания высокого уровня сложности. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 2.

Данные таблицы позволяют говорить о том, что задания базового уровня сложности (порядковые номера 5, 6, 7) вполне успешно выполнены экзаменуемыми — более 65%. Выполнение заданий повышенного уровня сложности (порядковый номер 9), ориентированных на проверку знания свойств неорганических веществ, вызвало определённые трудности у экзаменуемых. Рассмотрим пример такого задания (пример 3).

Пример 3

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

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и KOH (изб.)
- Б) KHCO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- В) KH и H_2O
- Г) K_2O и H_2O

ПРОДУКТ(Ы) РЕАКЦИИ

- 1) CaCO_3 , K_2CO_3 и H_2O
- 2) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и KOH
- 3) KOH и H_2O_2
- 4) KOH
- 5) KHCO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- 6) KOH и H_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Таблица 2

№ задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Средний процент выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
5	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)	73	—	—
6	Характерные химические свойства простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов: меди, цинка, хрома, железа. Характерные химические свойства простых веществ-неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния. Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных	65,4	—	—
7	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов. Характерные химические свойства кислот. Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка). Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	69,4	—	—
8	Характерные химические свойства неорганических веществ: — 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)	—	53,4	—
9	Характерные химические свойства неорганических веществ: — простых веществ-металлов: щелочных, щелочноземельных, 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)	—	47,9	—
10	Взаимосвязь неорганических веществ	75,1	—	—
32	Реакции, подтверждающие взаимосвязь различных классов неорганических веществ	—	—	39,1

Приведём статистические результаты выполнения этого задания.

Средний % выполнения задания	% выполнения группой «слабых»	% выполнения группой «сильных»
36,3	11,7	68,1

Сравнительно низкий результат выполнения задания даже хорошо подготовленными выпускниками позволяет предположить нарушение технологии выполнения подобных заданий: зачастую экзаменуемые «подбирают» из второго столбца продукты реакции для заданных исходных веществ вместо того, чтобы самостоятельно записать (можно прямо в тексте задания КИМ) получающиеся вещества для каждой пары исходных веществ и лишь затем найти соответствующий ответ во втором столбце. Такая процедура выполнения задания избавит от «случайных» ошибок.

Усвоение такого важного элемента содержания этого блока, как «взаимосвязь неорганических веществ», проверялось с помощью заданий базового и высокого уровней сложности. Задания базового уровня сложности были успешно выполнены экзаменуемыми даже с низким уровнем подготовки, в то же время задания высокого уровня сложности хорошо дифференцировали участников ЕГЭ по уровню их подготовки.

№ задания	% выполнения группами экзаменуемых				
	Средний	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
10	75,1	52,2	69,3	83,6	97,1
32	39,1	2,4	17,9	60,4	93,8

Как видно из приведённых статистических результатов, даже наименее подготовленные выпускники приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности и смогли частично выполнить эти задания. Приведём примеры конкретных заданий и укажем на типичные ошибки при их выполнении (примеры 4 и 5).

Полный правильный ответ на это задание (указание двух веществ) дали 79% экзаменуемых, ещё 8% смогли правильно

указать только одно из веществ. Наибольшее количество ошибок сделано при выборе вещества Y. Более 10% экзаменуемых указали нитрат калия. Они не учли условие протекания до конца реакции ионного обмена между хлоридом цинка и нитратом калия. Необходимому условию соответствовал только нитрат серебра.

Пример 4

В схеме превращений



- 1) KNO_3
- 2) HCl
- 3) NaCl
- 4) Cl_2
- 5) AgNO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

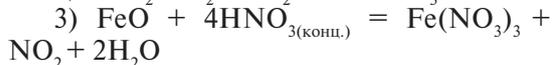
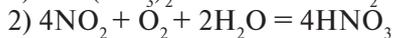
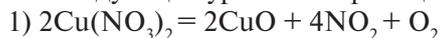
Выполнение задания высокого уровня сложности, проверяющего усвоение знаний взаимосвязи неорганических веществ, предусматривало написание уравнений реакций, соответствующих описанному в условии задания эксперименту.

Пример 5

Нитрат меди(II) прокалили. Образовавшуюся при этом смесь газов пропустили через воду, при этом образовалась кислота. В горячий концентрированный раствор этой кислоты поместили оксид железа(II). Образовавшуюся соль железа выделили и поместили в раствор карбоната калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Ответ к этому заданию предполагал запись следующих уравнений реакций:



За каждое верно составленное уравнение реакции экзаменуемый получал один балл, за задание в целом — четыре балла. Наиболее часто встречались следующие ошибки. В первом уравнении в качестве продукта реакции вместо оксида меди(II) экзаменуемые записывали металлическую медь. Выпускники с низким уровнем подготовки затруднялись в написании второго уравнения реакции — получения азотной кислоты. В третьем уравнении реакции некоторые экзаменуемые не учитывали сильных окислительных свойств концентрированной азотной кислоты и составляли уравнение реакции обмена, в которой степень окисления железа не изменяется. Уравнение четвертой реакции зачастую ошибочно экзаменуемые записывали как реакцию обмена между солями с образованием карбоната железа(III), который отсутствует в растворе. Как уже было отмечено выше, даже слабо подготовленные экзаменуемые приступали к выполнению подобных заданий, и некоторые из них могли получить 1–2 балла. Но выполнить задание полностью и получить максимальные четыре балла смогли только наиболее хорошо подготовленные экзаменуемые.

Блок «Органическая химия»

Данный блок также содержал задания различного уровня сложности: базового (это задания 11–15 и задание 18), повышенного (задания 16 и 17) и высокого (задание 33). Статистические данные выполнения заданий блока представлены в табл. 3.

Анализируя приведённые в таблице данные, можно сказать, что экзаменуемые справились с заданиями этого блока с различной степенью успешности. Так, они хорошо справились с заданием 11 базового уровня сложности, ориентированным на проверку знания классификации и номенклатуры органических веществ.

Наряду с этим практически не вызвало затруднений задание 18 (взаимосвязь углеводов и кислородсодержащих органических соединений). Однако другие задания базового уровня сложности, которые в экзаменационной работе были представлены на позициях 12–15, участники ЕГЭ выполнили менее успешно — средний процент выполнения составил менее 60. При этом наибольшие трудности у экзаменуемых вызвало задание 14, ориентированное на проверку знания свойств и способов получения кислородсодержащих органических соединений. Задания повышенного и высокого уровней сложности были выполнены экзаменуемыми достаточно успешно (средний процент выполнения — более 45 для заданий повышенного уровня сложности и более 40 для задания высокого уровня сложности).

Рассмотрим характерные ошибки на примерах заданий, вызвавших наибольшие трудности у экзаменуемых.

Пример 6

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

- 1) HBr
- 2) HNO₃
- 3) CH₃COOH
- 4) O₂
- 5) Cl₂

Ответ: 13

Средний% выполнения задания	% выполнения группой со слабой подготовкой	% выполнения группой с сильной подготовкой
23,4	5,4	51,7

Как свидетельствуют приведённые данные, низкий средний процент выполнения задания обусловлен прежде всего влиянием группы выпускников с недостаточным уровнем подготовки. Но также стоит отметить, что даже хорошо подготовленные выпускники при выполнении этого задания испытывали трудности. При этом большое число выпускников дало частично правильный ответ.

Таблица 3

№ задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Средний % выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
11	Классификация органических веществ. Номенклатура органических веществ (тривиальная и международная)	60,9	—	—
12	Теория строения органических соединений: гомология и изомерия (структурная и пространственная). Взаимное влияние атомов в молекулах. Типы связей в молекулах органических веществ. Гибридизация атомных орбиталей углерода. Радикал. Функциональная группа	51,7	—	—
13	Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Основные способы получения углеводородов (в лаборатории)	59,5	—	—
14	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	43,7	—	—
15	Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	53,2	—	—
18	Взаимосвязь углеводородов и кислородсодержащих органических соединений	68,3	—	—
16	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 радикальный механизмы реакций в органической химии	—	63,9	—
17	Характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров. Важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений	—	46,3	—
33	Реакции, подтверждающие взаимосвязь органических соединений	—	—	44,9

Так, 34% экзаменуемых указали верно, что вещество 3 (CH₃COOH) не взаимодействует с фенолом, но ошиблись при выборе второго вещества. Это говорит о том, что они недостаточно усвоили знания о строении и свойствах спиртов и фенолов и, как следствие, недостаточно понимают отличие фенолов от спиртов. При выполнении этого задания необходимо было помнить, что в молекуле фенола присутствует бензольное кольцо и гидроксильная группа, оказывающие друг на друга взаимное влияние. Поэтому фенол по химическим свойствам существенно отличается от спиртов. Не проанализировав эти факты, экзаменуемые формально подошли к выбору второго вещества, указав хлор Cl₂ (по аналогии со спиртами) или кислород O₂.

Рассмотрим ещё одно задание этого блока, вызвавшее затруднения у экзаменуемых.

Пример 7

Задана следующая схема превращений веществ:



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

- 1) н-гексан
- 2) пропанол-2
- 3) пропин
- 4) 2,3-диметилбутан
- 5) пропен

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
5	4

Статистические данные выполнения этого задания представлены ниже в таблице.

Отметим, что только 20,7% выпускников дали полный правильный ответ на это задание. Как видно из представленных данных, экзаменуемые испытывали трудности как при поиске вещества X,

так и при поиске вещества Y. Для успешного нахождения этих веществ необходимо было очень внимательно проанализировать условие задания. Так, по условию необходимо было, чтобы вещество X получалось в одну стадию из пропана, что совершенно исключало выбор вещества 2 (пропанол-2). Отметим, что достаточно большое число выпускников (13,7 и 6,5%) ошибочно выбрали именно этот вариант ответа. Данной ошибки, безусловно, можно было бы избежать, записывая уравнения реакций, соответствующих заданной схеме превращений. Ошибки при выборе вещества Y также можно объяснить нежеланием некоторых выпускников составлять соответствующие уравнения реакций. Так, 17,4% выпускников в качестве вещества Y выбрали вещество 1 (н-гексан), формально рассудив, что при удвоении пропильного радикала получается вещество, содержащее шесть атомов углерода. Ещё 13,7% выпускников неверно рассудили, что при действии натрия на 2-бромпропан протекает реакция элиминирования бромоводорода с образованием пропена (вещество 5).

Написание структурных формул органических веществ, а также уравнений протекающих реакций просто необходимо, это позволит экзаменуемым убедиться в правильности своего ответа и позволит избежать большого количества ошибок при выполнении заданий экзаменационной работы.

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

Усвоение элементов содержания этого блока проверялось заданиями различного уровня сложности: базового, повышенного и высокого. Содержание условий этих заданий имеет прикладной и практико-ориентированный характер, в большинстве своём они проверяют усвоение фактологического материала. Выполнение заданий предусматривало проверку

Ответ	54	51	25	24
% участников	20,7%	17,4%	13,7%	6,5%

сформированности умений: *использовать* в конкретных ситуациях знания о применении изученных веществ и химических процессов, промышленных методах получения некоторых веществ и способах их переработки; *планировать* проведе-

ние эксперимента по получению и распознаванию важнейших неорганических и органических веществ; *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям. Результаты выполнения заданий представлены в табл. 4.

Таблица 4

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний % выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
19	Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	61,0	—	—
20	Скорость реакции, её зависимость от различных факторов	78,0	—	—
21	Реакции окислительно-восстановительные	75,2	—	—
22	Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)	—	76,2	—
23	Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная	—	68,7	—
24	Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов	—	67,1	—
25	Качественные реакции на неорганические вещества и ионы. Качественные реакции органических соединений	—	41,3	—
26	Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. Правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Научные методы исследования химических веществ и превращений. Методы разделения смесей и очистки веществ. Понятие о металлургии: общие способы получения металлов. Общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	66,8	—	—
30	Реакции окислительно-восстановительные	—	—	36,8
31	Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	—	—	54,9

Пример 8

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

ВЕЩЕСТВА	РЕАКТИВ
А) Пропаналь и метилбензол	1) $\text{Cu}(\text{OH})_2$
Б) Циклогексен и пентан	2) $\text{KMnO}_4 (\text{H}^+)$
В) Тoluол и бензол	3) NaOH
Г) Глицерин и бутаналь	4) Al
	5) $\text{HCl} (\text{p-p})$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
1	2	2	1

Данные таблицы позволяют говорить о том, что большинство элементов содержания данного блока хорошо усвоены выпускниками. С заданиями базового уровня сложности (19–21 и 26), а также повышенного уровня сложности (22–24) выпускники справились достаточно успешно (выполнение превышает 60%). Определённые трудности экзаменуемые испытывали при выполнении задания 25, нацеленного на проверку знаний качественных реакций на неорганические и органические вещества. Рассмотрим пример 8 такого задания, средний процент выполнения которого составил 23,6.

Для успешного поиска верных ответов необходимо провести «мысленный эксперимент»: проанализировать, вещества каких классов предлагается различить; вспомнить их характерные реакции; ис-

ходя из этого, подобрать нужный реактив; вспомнить, какие качественные признаки сопровождают эти реакции. Отметим также, что иногда неверно основывать свой выбор исключительно на том, что выбранный реактив взаимодействует только с одним из различаемых веществ, поскольку их взаимодействие зачастую не сопровождается видимыми признаками и не может использоваться для качественного распознавания веществ.

Представленные в части 2 экзаменационной работы 2019 г. задания высокого уровня сложности этого блока по своему формату были аналогичны соответствующим заданиям работы 2018 г.

Условия заданий 30 и 31 были объединены общим контекстом. Результаты выполнения этих заданий в 2018 и 2019 гг. сопоставимы, о чём свидетельствуют данные таблицы, представленные ниже.

№ задания	30	31
Средний процент выполнения заданий в 2019 г.	36,8	54,9
Средний процент выполнения заданий в 2018 г.	41,0	60,1

Средний процент выполнения задания 30 в 2019 г.			
1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
1,3	16,1	55,5	91,0
Средний процент выполнения задания 31 в 2019 г.			
1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
5,3	40,8	74,8	94,0

Таблица 5

№ задания в работе	Проверяемый элемент содержания	Средний % выполнения заданий		
		базового уровня сложности	повышенного уровня сложности	высокого уровня сложности
27	Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе»	58,9	—	—
28	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях. Расчёты по термохимическим уравнениям	65,8	—	—
29	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	56,5	—	—
34	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	—	—	23,8
35	Нахождение молекулярной формулы вещества	—	—	28,1

Отметим, что успешность выполнения заданий 30 и 31 незначительно снизилась по сравнению с прошлым годом. Также отметим, что задание 30 хорошо дифференцирует участников по уровню подготовки. Аналогичная ситуация наблюдается с заданием 31. Участники с высоким уровнем подготовки уверенно справились с написанием уравнений окислительно-восстановительных реакций, а также реакций ионного обмена, а слабо подготовленные выпускники практически не смогли это сделать.

Важную роль в дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки выполняли расчётные задачи. При этом задачи базового уровня сложности с кратким ответом (27–29) проверяли умение проводить один из видов расчётов. В свою очередь, задачи высокого уровня сложности (34 и 35) требовали комплексного использования нескольких видов расчётов. При их выполнении экзаменуемым необходимо было привести развёрнутый ответ. Результаты вы-

полнения этих заданий представлены в табл. 5.

Как видно из таблицы, участники достаточно успешно могут применять один из видов расчётов для решения задач базового уровня сложности, но испытывают трудности при выполнении заданий 34 и 35 высокого уровня сложности. Наиболее сложными были задания линии 34, решение которых требовало осмысления химических процессов, о которых шла речь в условии, самостоятельного выбора используемых видов расчётов, построения их логической последовательности для поиска неизвестной физической величины. Средний процент выполнения таких заданий экзаменуемыми с различным уровнем подготовки представлен в таблице ниже.

Анализируя данные статистики, можно сказать, что выполнить задание 34 полностью, т.е. продемонстрировать логически обоснованную взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты, и определить неизвестную

Средний % выполнения задания 34 группами экзаменуемых				
Все участники	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
23,8	0,3	5,7	32,9	81,8

физическую величину смогли только наиболее подготовленные выпускники.

Статистика выполнения задания 35 во многом аналогична статистике задания 34. Хорошо подготовленные выпускники, как правило, справляются с этим заданием полностью и получают максимальную оценку — три балла. Участники со слабой подготовкой с заданием обычно не справляются, о чём свидетельствуют данные статистики, представленные ниже.

Приведём краткую характеристику особенностей подготовки каждой из выделенных нами групп.

Группа 1 — низкий уровень подготовки, не преодолевшие минимального балла (первичный балл: 0–12; тестовый балл: 0–35) — 14,7% участников ЕГЭ 2019 г.

С результатом выполнения более 50%, свидетельствующим об усвоении контролируемого элемента содержания, выполнены два задания базового уров-

Средний % выполнения задания 35 группами экзаменуемых				
Все участники	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
28,1	0,36	6,9	41,0	90,8

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности подтверждают их высокую дифференцирующую способность, которая отражает различный уровень подготовки выпускников.

По результатам выполнения экзаменационной работы в целом (полученный первичный балл) все экзаменуемые были распределены по четырём группам. На рис. 1 и 2 показаны результаты выполнения заданий каждой группой участников ЕГЭ 2019 г.

ня сложности: задание 3 (50,7%), которое проверяет такие элементы содержания, как «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов», и задание 10 (53%) — «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов». Сравнительно успешно эта группа справилась также и с некоторыми другими заданиями базового уровня, ориентированными на проверку усвоения таких элементов содержания, как «Строение электронных оболочек атомов



Рис. 1. Результаты выполнения заданий с кратким ответом участниками ЕГЭ 2019 г. с различным уровнем подготовки

элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы» (45,8%), «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам Периодической системы» (47%).

Как правило, эти задания предусматривают осуществление действий, многократно отработываемых на уроках начиная ещё с основной школы: характеризовать строение атома, составлять формулы веществ по степени окисления и определять степени окисления элементов в молекулах, определять принадлежность к классам/группам веществ, составлять простейшие уравнения реакций и т.п. В большинстве случаев при выполнении соответствующих заданий от экзаменуемых требуется осуществление одной или двух мыслительных операций.

Самые низкие результаты экзаменуемые из этой группы показали при выполнении заданий, проверяющих усвоение знаний по органической химии: как правило, процент выполнения не выше 13. Правильно выполнить задания, проверяющие знания о взаимосвязи органических веществ, правильно выполнить (получить два балла) смогли только 7% экзаменуемых, а один балл получили 32,6%. Показательно, что этот результат существенно ниже, чем за выполнение заданий, проверяющих взаимосвязь неорганических веществ. Эти факты можно объяснить тем, что неорганические вещества и их свойства изучаются ещё в курсе восьмых и девярых классов, при этом на уроках

в старшей школе постоянно актуализируют полученные ранее знания и обобщают их. Изучение органических веществ в старшей школе требует от учащихся большей самостоятельности и сформированных навыков систематизации и обобщения полученных теоретических знаний. Кроме того, работа с формулами органических веществ и понимание их пространственной структуры предполагает развитие образного (абстрактного) мышления. Для этого в процессе преподавания необходимо использовать модели молекул, активно использовать структурные формулы веществ. Именно эти умения недостаточно сформированы у экзаменуемых 1-й группы.

Задания повышенного уровня сложности, за выполнение которых максимально выставилось два балла, выпускники из этой группы выполнили ещё менее успешно — от 3,5 до 18%.

Несмотря на то что некоторые экзаменуемые, не преодолевшие минимального балла, приступали к выполнению заданий высокого уровня сложности с развёрнутым ответом, справиться с этими заданиями полностью и получить максимальные баллы удалось лишь единицам по отдельным заданиям.

Обратим внимание на то, что даже задание 31, выполнение которого предусматривало написание молекулярного, полного и сокращённого ионных уравнений реакции ионного обмена, смогли полностью выполнить менее 3% экзаменуемых

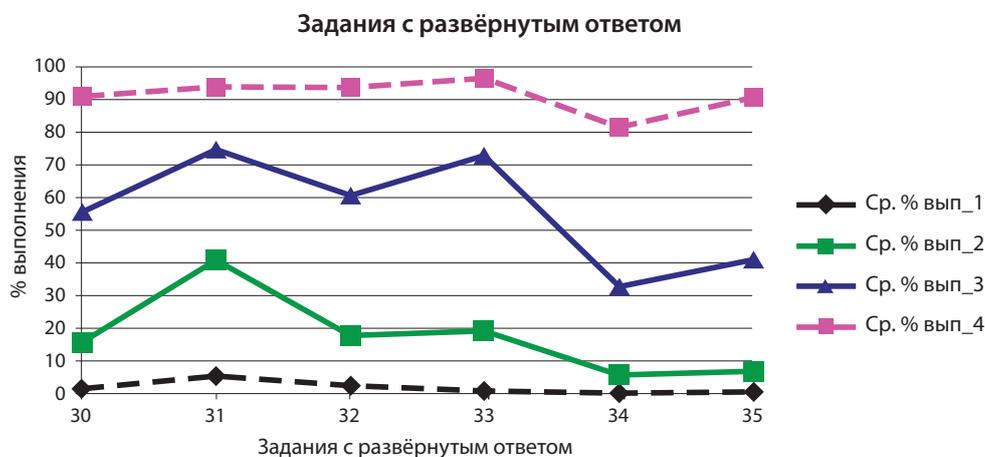


Рис. 2. Результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками ЕГЭ 2019 г. с различным уровнем подготовки

из этой группы. Это умение формируется в курсе основной школы и является также объектом проверки ещё и на ОГЭ. Остальные задания части 2 оказались не по силам практически всем экзаменуемым из этой группы.

Одним из возможных направлений в решении данной проблемы является более активное использование заданий, в которых требуется с небольшим количеством объектов (двумя-тремя) письменно осуществить ряд действий: определить степень окисления, дать характеристику химическим свойствам, составить уравнения реакций и др. В отличие от заданий с кратким ответом, в которых предлагаются варианты решения, выступающие в качестве опорной информации для решения, в таких заданиях более чётко просматривается ход рассуждений, а следовательно, в большей степени проявляются «слабые» места в подготовке.

Всего же в экзаменационном варианте каждым экзаменуемым, отнесённым к данной группе, успешно выполняется в среднем 8–10 заданий базового уровня, что не позволяет 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.

Эти выпускники 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.

Группа 2 — *удовлетворительная подготовка* (первичный балл: 13–34; тестовый балл: 36–60) — около 41% участников ЕГЭ 2019 г.

Данной группой экзаменуемых успешно усвоены элементы содержания, проверяемые заданиями базового уровня сложности: «Строение электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы. Элек-

тронная конфигурация атома» (74,9%); «Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам» (77%); «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов» (75,5%); «Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)» (68,1%); «Характерные химические свойства кислот, солей, оснований и амфотерных гидроксидов. Реакции ионного обмена» (61,6%); «Взаимосвязь неорганических веществ» (68,9%); «Скорость реакции, её зависимость от различных факторов» (74,1%); «Реакции окислительно-восстановительные» (69,3%).

Как следует из приведённых данных, наиболее успешно (более 60–70% выполнения) этой группой выполнены задания, контролируемые элементы содержания (КЭС) которых относятся к блоку «Теоретические основы химии». Именно этот блок включает в себя систему базовых химических понятий и позволяет успешно осваивать элементы других содержательных блоков.

У данной группы экзаменуемых успешно сформированы следующие умения: характеризовать строение атомов химических элементов по положению в Периодической системе, определять виды химической связи, объяснять влияния различных факторов на скорость реакций, определять окислитель и восстановитель, а также продукты реакций по формулам исходных веществ. Как видно из приведённого перечня КЭС, владение ими предполагает владение умением объяснять взаимосвязь между составом, строением и свойствами или осуществление двух-трёх взаимосвязанных мыслительных операций.

Так как и группа 1, группа 2 наибольшие трудности испытывала при выполнении заданий, проверяющих усвоение элементов содержания курса органической химии: недостаточно овладела умением классифицировать и называть органические вещества (48%), слабо усвоила знания свойств изученных органических веществ (от 25 до 42%).

Среди заданий повышенного уровня сложности экзаменуемыми этой группы наиболее успешно выполнено задание 22,

проверяющее умение определять продукты электролиза растворов солей: 62% экзаменуемых смогли получить максимальные два балла. Это объясняется тем, что задание имеет определённый, хорошо известный алгоритм выполнения, изучаемый на уроках химии в школе.

Вместе с тем у экзаменуемых из этой группы серьёзные затруднения вызвало даже решение задач базового уровня сложности, предполагающее умения проводить расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе» — 44,1%; расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях; расчёты по термохимическим уравнениям — 54,5%; расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ — 40,4%.

Как и в предыдущей группе, наиболее успешно были выполнены задания на позиции 31. Экзаменуемые показали овладение умением составлять молекулярные, полные и сокращённые ионные уравнения реакций. Остальные задания были не под силу экзаменуемым из этой группы, лишь некоторые из них смогли приступить к выполнению заданий и получить несколько баллов за первые элементы ответа.

В целом задания высокого уровня сложности были выполнены экзаменуемыми во 2-й группе более успешно, чем в 1-й группе, однако о готовности к выполнению таких заданий говорить не приходится.

Учитывая все отмеченные недостатки, которые были выявлены по результатам выполнения экзаменационной работы, можно сделать некоторые общие заключения. Группа 2 продемонстрировала устойчивое усвоение ведущих теоретических понятий курса химии, основ неорганической химии. Недостаточно усвоены знания о строении и свойствах органических веществ. Слабо сформированы навыки проведения расчётов по химическим формулам и уравнениям химических реакций. Тем не менее можно говорить о сформированности основ химической грамотности, которая позволяет в дальнейшем продолжать изучение химии в вузах.

В целом результаты выполнения других заданий свидетельствуют о недостаточном уровне системности знаний, что проявляется в слабом владении знаниями о химических свойствах неорганических и органических веществ, непонимании закономерностей протекания химических реакций и др.

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

При подготовке к экзамену для обучающихся с удовлетворительным уровнем подготовки целесообразно использовать задания, в которых для решения требуется последовательное выполнение нескольких (трёх-четырёх) мыслительных операций, в том числе основывающихся на владении знаниями из разных тематических разделов. Например, это может быть задание, содержащее перечень веществ, между которыми требуется составить уравнения реакций: как реакций ионного обмена, так и окислительно-восстановительных реакций, для которых должен быть составлен электронный баланс. Очень важно в процессе подготовки использовать задания, предусматривающие работу с информацией, представленной в различной форме: схема, таблица, рисунок и др., с последующим ответом на вопросы к ней.

Группа 3 — хорошая подготовка (первичный балл: 35–53, тестовый балл: 61–80) — 32,5% участников ЕГЭ 2019 г.

Результаты выполнения заданий группой 3 экзаменуемых позволяют утверждать, что ими успешно освоены знания, относящиеся ко всем содержательным блокам. Они хорошо владеют химическими понятиями и понимают существование между ними взаимосвязи, 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, при выполнении заданий различного уровня сложности.

У данной группы экзаменуемых успешно сформированы умения, предполагающие осуществление нескольких последовательных мыслительных операций: характеризовать химические свойства простых и сложных веществ на основании их состава и строения, прогнозировать продукты реакции, определять возможность протекания химических реакций с учётом условий их проведения и т.п.

Так, средний процент выполнения практически всех заданий базового уровня сложности выше 80.

Отметим некоторые затруднения, которые вызвали у них задания на позиции 4 (75,6%), ориентированные на проверку знаний о видах химической связи и типах кристаллических решёток веществ. Вероятно, эти затруднения вызваны формальным подходом к выполнению этих заданий, недостаточно полным анализом условия задания и качественного состава веществ, а также поспешным выбором ответа. Аналогичными причинами можно объяснить и более низкий средний процент выполнения этими экзаменуемыми заданий, проверяющих знания строения и свойств органических веществ: задания 12 (72,8%), 14 (60,5%), 15 (73,2%). Зачастую, выполняя подобные задания, экзаменуемые пытаются «примерить» каждый вариант ответа к условию задания — подходит или не подходит. Такой процесс и приводит к ошибкам. Рекомендуется проанализировать условие задания с тем, чтобы выявить те критерии, которые обуславливают поиск верного ответа, и с этими критериями подходить к анализу предлагаемых ответов.

Достаточно успешно этой группой экзаменуемых были выполнены и задания повышенного уровня сложности: средний процент выполнения составил от 66 до 83%. Наиболее низкий процент выполнения продемонстрирован при выполнении задания 25, ориентированного на проверку знаний качественных реакций неорганических и органических веществ, — 60. Это задание, по своей сути, является «мысленным экспериментом», который должны осуществить экзамену-

емые в процессе выполнения задания. Затруднения в поиске ответа скорее всего связаны с уменьшением доли экспериментальных лабораторных опытов и практических работ при изучении химии.

Результаты выполнения заданий высокого уровня сложности кардинально отличаются по своей динамике от результатов 1-й и 2-й групп экзаменуемых. Если в 1-й и 2-й группах мы наблюдали постепенное уменьшение процента экзаменуемых, которые получали каждый следующий балл при выполнении задания высокого уровня сложности, то в 3-й группе наблюдается обратная картина — процент получения более высокого балла за выполнение задания возрастает.

Затруднения вызывают, как правило, задания, в которых требуется использование нескольких элементов содержания, относящихся к различным темам курса химии, или если с этими элементами предполагается осуществление различных действий, в том числе применение знаний и умений в нестандартных ситуациях: например, когда требуется самостоятельно разработать алгоритм решения заданий, или если в условии задания включены вещества или уравнения реакции, которые на этапе подготовки к экзамену не встречались. Названные незначительные недоработки в подготовке приводят также к появлению затруднений при выполнении заданий, предусматривающих комплексное применение знаний и умений.

Наиболее трудными для этой группы экзаменуемых оказались расчётные задачи (задания 34 и 35). При выполнении задания 34 большинство экзаменуемых этой группы смогли составить уравнения реакций, о которых идёт речь в условии задания, но далеко не все смогли правильно соотнести заданные физические величины с химической сутью задания и выстроить дальнейший логический путь решения задачи. Если сравнить эти результаты с результатами решения задач базового уровня сложности (80% и выше), то можно утверждать, что экзаменуемые из этой группы уверенно используют традиционно применяемые в школьном курсе химии алгоритмы решения задач, но в случае новой учебной ситуации испытывают затруднения в проведении комплексного

анализа условия задачи и построения нужного алгоритма её решения. Отметим также, что 34% экзаменуемых из этой группы получили 0 баллов за выполнения этого задания.

Задание 35 экзаменуемые выполнили более успешно, чем задание 34. Почти 30% экзаменуемых смогли верно провести расчёты, определить строение вещества и составить требуемые уравнения реакций. Но при этом 0 баллов за выполнение этого задания получили 44% экзаменуемых, что больше, чем за задание 34. Возможно, одним из факторов, не позволивших успешно справиться с расчётными задачами, находящими в конце варианта, является нехватка времени на их выполнение. Поэтому обратим внимание 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. Например, можно ограничивать время на решение заданий: начать с более длительных временных отрезков, постепенно уменьшая их.

Существенным моментом в процессе подготовки может стать отработка в решении моделей заданий, выходящих за рамки моделей ЕГЭ. Это позволит сформировать умение самостоятельно разрабатывать алгоритм решения в случае нестандартных заданий. В ряде случаев достаточно прописывать в общем виде порядок нахождения физических величин, без арифметических расчётов.

Группа 4 — отличная подготовка (первичный балл: 54–60; тестовый балл: 81–100) — более 11% участников ЕГЭ 2019 г.

Группа 4 экзаменуемых показала уверенное овладение всеми проверяемыми элементами содержания курса химии на всех уровнях сложности: задания базового уровня сложности ими выполнены с показателями выше 94%; задания повышенного уровня — выше 90%. Уверенное владение системой химических знаний позволяет экзаменуемым данной группы успешно комбинировать химические по-

нятия в зависимости от условия и уровня сложности заданий. Большое значение при выполнении заданий играет высокий уровень сформированности у них универсальных учебных действий, которые предусматривают умение находить в условии задания и использовать для решения необходимую информацию, анализировать её и преобразовывать в нужную форму в соответствии с требованиями.

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

Большинство экзаменуемых из этой группы успешно справилось со всеми заданиями высокого уровня сложности части 2 экзаменационной работы, за каждое из которых они получили максимальное количество баллов. Как и в случае с экзаменуемыми из группы 3, наиболее сложными для группы 4 стало задание 34: только половина экзаменуемых смогла получить максимальный балл за его выполнение. Обратим также внимание на то, что сравнительно большое число экзаменуемых получило 0 баллов за выполнение заданий 30 и 31. Вероятно, это объясняется недостаточным анализом качественного состава веществ, которые заданы в условии, и неверным выбором реагирующих между собой веществ в каждом из этих заданий. За выполнение задания 35 также сравнительно большое число экзаменуемых получило 0 баллов. Одной из причин этого, как уже

указывалось выше, можно считать неверное распределение времени выполнения работы экзаменуемыми.

Следует подчеркнуть, что допускаемые ошибки при выполнении заданий экзаменационных вариантов в большинстве случаев связаны не с пробелами в подготовке, а с несистематическими (случайными) ошибками, которые вызваны недооценкой уровней сложности заданий, невнимательностью к нюансам условия или непрописыванием решений даже не сложных заданий.

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

Обучая школьников приемам работы с различными типами контролирующих заданий (с кратким ответом и развернутым ответом), необходимо добиваться понимания того, что успешное выполнение любого задания невозможно без тщательного анализа его условия и выбора адекватной последовательности действий. Одновременно важным становится формирование у учащихся умения рационально использовать время, отведенное на выполнение тестовой работы с большим количеством заданий, каковой и является экзаменационная работа ЕГЭ.

Анализ статистических данных выполнения заданий экзаменационной работы 2019 г. показал, что сохраняется тенденция к улучшению результатов выпускников. В первую очередь это относится к результатам наиболее подготовленных из них. Вместе с тем результаты экзамена

позволяют утверждать, что в общей системе преподавания предмета можно выделить направления, которые способствуют повышению качества химических знаний, а следовательно, и улучшению результатов выполнения заданий.

Одним из них является обучение школьников работе с информацией, представленной в различной форме или содержащей избыточные сведения. Названные умения актуальны при решении большинства заданий экзаменационного варианта, в частности заданий линии 1, объединённых едином контекстом, представляющим собой перечень химических элементов.

Задание 1

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

1) Li 2) P 3) B 4) Cu 5) N

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 электронную формулу внешнего энергетического уровня ns^1 .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

В приведённом условии задания выбор ответа становится очевидным, если внимательно составить электронные конфигурации атомов химических элементов, приведённых в перечне. Правильный ответ 14 в этом случае мало у кого вызовет сомнения. Однако при выполнении аналогичного задания, в котором требовалось выбрать химические элементы, атомы которых имеют одинаковую конфигурацию внешнего энергетического уровня, экзаменуемые посчитали таковой конфигурацию атомов азота и фосфора, не обратив внимания на то, что внешние электроны у этих атомов расположены на разных энергетических уровнях — $2s^22p^3$ и $3s^23p^3$. Такую конфигурацию можно признать *сходной*, но не *одинаковой*. А вот у атомов калия и хрома, несмотря на нахождение их в разных группах, конфигурация внешнего уровня действительно одинаковая — $4s^1$.

Таким образом, внимательное прочтение условия задания, подкреплённое записями характеристик, о которых спрашивается в задании, — важнейшее условие правильного выполнения задания.

Одним из приёмов, который можно порекомендовать обучающимся для акцентирования внимания на ключевых словах, является их подчёркивание при прочтении условия задания. Эта рекомендация обусловлена тем, что учащиеся нередко не придают должного значения словам в условии, имеющим определяющее значение при решении: основное или возбуждённое состояние, валентные или внешние электроны, спаренные и неспаренные электроны и др.

Другим вариантом является фиксация на бумаге того, о чём спрашивается в задании. Это позволяет наглядно увидеть те характеристики, по которым анализируются химические элементы, как в случае с приведённым примером, и обеспечивает ускоренную самопроверку на завершающем этапе выполнения экзаменационного варианта. Более того, в случае отсутствия опорных записей решения заданий процесс проверки, если он не выполняется формально, вынуждает экзаменуемых повторно выполнять задания.

Таким образом, одно из важнейших умений, которое следует формировать у учащихся в процессе обучения, — умение работать с текстовой информацией. В качестве материала для отработки можно использовать текст учебника или специально подготовленный текст химического содержания с предлагаемыми вопросами, на которые нужно найти ответ. Примерно по такому принципу построены задания 5–7 в ВПР для 11-го класса, а также некоторые задания международных мониторинговых исследований качества образования — PISA и TIMSS.

Важно заметить, что умение выбирать ключевые слова играет важную роль при выполнении заданий 2, 3, 7, 32, а также при решении расчётных задач.

Например, в заданиях 2 и 3 ключевыми словами могут быть такие, которые уточняют (сужают выбор) характеристики химических элементов: элементы-металлы/элементы-неметаллы, находящиеся в одном периоде/одной группе,

увеличиваются (усиливаются) или уменьшаются (ослабевают) свойства, в оксидах или высших оксидах и др. Так, в задании 2, приведённом ниже, не указан тип химических элементов, но указано, что они находятся в одном периоде. Необходимо также обратить внимание на слово «уменьшения» и словосочетание «атомного радиуса». В этом случае условие задаёт некий алгоритм действий.

Задание 2

Из указанных в ряду химических элементов (прим. см. задание 1) выберите **три элемента**, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся **в одном периоде**.

Расположите выбранные элементы в порядке **уменьшения их атомного радиуса**.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ:

--	--	--

При выполнении данного задания экзаменуемые должны сначала выписать эти элементы, а затем записать их в нужном порядке. При этом целесообразно между элементами ставить стрелки в нужном направлении, так как некоторые экзаменуемые (например, левши) при выстраивании рядов с определённой закономерностью нередко записывают их в другой последовательности.

В приведённом ниже задании 3 не говорится о том, что речь идёт о высшем оксиде; важным является слово «может», а также указанное значение степени окисления — +2.

Задание 3

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, **степень окисления** которых в **оксидах может принимать значение +2**.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

--	--

Нахождение правильного ответа в этом задании станет возможным при учёте всех выделенных слов, а также в результате анализа расположения электронов

на внешнем энергетическом уровне приведённых элементов, т.к., например, исходя из номеров групп, в которых расположены химические элементы перечня, не следует, что необходимо выбрать именно азот и медь.

При выполнении задания 7 работа с ключевыми слова имеет определяющее значение, т.к. выбор веществ осуществляется именно по приведённым в условии характеристикам свойств веществ, их классификационным признакам, и/или по записи уравнения реакции.

Приведём пример условия задания 7.

Задание 7

Даны две пробирки с соляной кислотой. В первую пробирку добавили **нерастворимое в воде** вещество X. В результате добавленное вещество **полностью растворилось, выделение газа при этом не наблюдалось**. Во вторую пробирку добавили **раствор соли Y** и **наблюдали выделение газа**. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые участвовали в описанных реакциях.

- 1) Оксид магния
- 2) Гидрофосфат аммония
- 3) Цинк
- 4) Карбонат бария
- 5) Сульфит натрия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Подчёркнутые в условии задания ключевые слова являются своего рода «фильтрами», позволяющими исключить из приведённого перечня вариантов ответа названия веществ, которые не соответствуют требованиям к правильному ответу.

Так, например, словосочетание «нерастворимое в воде», относящееся к веществу X, позволяет исключить из первого ответа вещества 2 и 5, а уточнение «полностью растворилось без выделения газа» исключает и варианты ответа 3 и 4, т.к. при их взаимодействии с соляной кислотой выделяются соответственно H_2 и CO_2 . Первый ответ — 1.

При выборе вещества Y обратим вни-

мание на слово «раствор», которое позволяет исключить из возможных вариантов ответа вещества 1, 3 и 4. А второй фактор — выделение газа — оставляет в качестве правильного только ответ 5.

Показательно, что вторым по популярности ответа является ответ 14. Его записало 28,5% экзаменуемых. Ошибка обусловлена тем, что ими не было учтена именно фраза про выделение газа.

Для подтверждения правильности выбранного ответа 15 целесообразно составить описанные уравнения реакций.

Важное значение внимательное прочтения условия имеет и при выполнении задания 32. Приведём условие такого задания и выделим в нём ключевые слова.

Не вызывает сомнений, что при решении данного задания определяющее значение имеет знание химических свойств неорганических веществ. Вместе с тем без учёта значения выделенных слов правильное выполнение этого задания маловероятно. Так, например, именно при недостатке кислорода образуется сера — твёрдое вещество, а в результате реакции с концентрированной азотной кислотой образуется оксид азота(IV). Внимательное прочтение условий в ряде случаев помогает также понять, какие продукты реакции образуются на предыдущих и/или последующих стадиях превращений. В данном задании фраза «продукт взаимодействия (азотной кислоты) поглотили избытком раствора гидроксида натрия» наводит на мысль, что образующееся вещество не является аммиаком или оксидом азота(II), а следовательно, является оксидом азота(IV).

Понимание существования взаимосвязи между веществами, относящимися к различным классами/группами веществ, — важное условие успешного выполнения задания 33, в котором речь идёт об органических веществах.

Важным условием успешного выполнения таких заданий является фокусирование внимания не на одной стадии, а на всех данных о веществах и условиях протекания реакций, т.е. на всех этапах превращений — как предшествующих, так и последующих. Так, например, получение на второй стадии бромциклогесана позволяет спрогнозировать, что исходным веществом, вступающим на первой

Задание 32

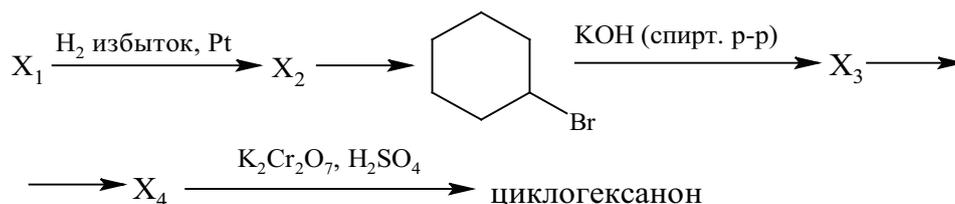
В недостатке кислорода сожгли газ, полученный при взаимодействии концентрированной серной кислоты с иодидом калия. Образовавшееся твёрдое вещество вступило при нагревании в реакцию с концентрированной азотной кислотой. Выделившийся в результате реакции газ поглотили избытком раствора гидроксида калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

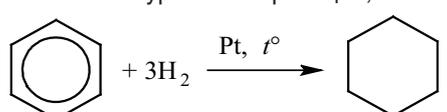
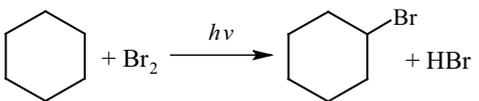
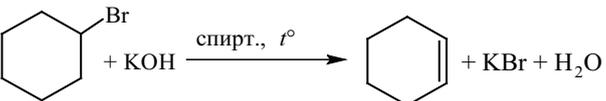
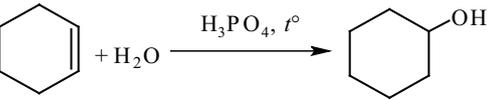
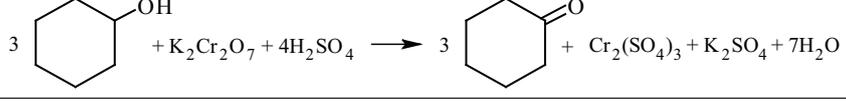
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: Написаны четыре уравнения описанных реакций: 1) $5\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{KI} = 4\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 2) $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{S} + 6\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 4) $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
Максимальный балл	4

Задание 33

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



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: Написаны пять уравнений реакций, соответствующих схеме превращений: 1)  2)  3)  4)  5) 	
Максимальный балл	5

стадии в реакцию с 4 моль водорода (реакция гидрирования), является ароматическое соединение — бензол. А образование на завершающем этапе циклогексанола в результате окисления вещества X_4 хромовой смесью позволяет предположить, что продуктом превращения на четвёртой стадии является кислородсодержащее соединение — спирт — циклогексанол.

Для данного и других заданий по органической химии не менее значимым является знание вариантов протекания реакций между органическими веществами в зависимости от условий (особенностей) проведения этих реакций.

Актуальность этого тезиса подтверждается и полученными статистическим данными: задания 14 и 17 в среднем выполнены на 43,6 и 47,3% соответственно. Такой результат свидетельствует об определённых проблемах в знаниях экзаменуемых о химических свойствах и способах получения органических веществ.

Одной из ошибок, которую допускают участники ЕГЭ при выполнении подобных заданий, является отсутствие подготовительного этапа к их выполнению, включающему общий анализ химических свойств веществ, указанных в задании.

Первым шагом при выполнении заданий, проверяющих знание химических свойств органических и неорганических веществ, является определение принадлежности вещества к определённому(-ой) классу (группе). Именно такой подход по-

зволяет исходя из общих свойств веществ, характерных для определённого(-ой) класса/группы веществ, спрогнозировать возможные варианты взаимодействия. На следующем этапе следует перейти к учёту специфических свойств веществ, которые, как правило, могут быть связаны с особенностями строения.

Рассмотрим примеры заданий 14 и 17.

Задание 14

Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых взаимодействует как муравьиная кислота, так и метаналь.

- 1) Сера
- 2) Карбонат натрия
- 3) Аммиачный раствор оксида серебра
- 4) Фенол
- 5) Гидроксид меди(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

В данном задании необходимо найти общие свойства для двух веществ, указанных в условии задания. При анализе свойств муравьиной кислоты необходимо вспомнить, что она проявляет практически все свойства, характерные для растворов кислот средней силы. А вот её принадлежность к органическим веществам и такая особенность строения, как наличие альдегидной группы,

Задание 17

Установите соответствие между схемой реакции и веществом X, принимающим в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



- ВЕЩЕСТВО X
- 1) CH_3CH_2OH
 - 2) $CH_3CH_2CH_2COOH$
 - 3) $(CH_3)_2CHCH_2OH$
 - 4) CH_3CHO
 - 5) $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$
 - 6) $CH_3CH_2CH_2CHO$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

свидетельствуют о её специфических свойствах, в частности об окислении, которое может протекать с аммиачным раствором оксида серебра и с гидроксидом меди(II).

Второе вещество (метаналь) является альдегидом, что и предопределяет характерные для него свойства, которые мы уже назвали ранее. Специфическое свойство метанала — реакция с фенолом — для муравьиной кислоты нехарактерно. Это обусловлено тем, что фенол проявляет свойства слабой кислоты.

Данный шаг актуален и при выполнении других заданий, например на установление соответствия между позициями двух множеств.

Первым шагом при его решении является определение классов и составление формул веществ, приведённых во множестве «схема реакции». На втором этапе нужно вспомнить и проанализировать общие способы получения этих веществ.

Принципиальным в этом задании становится знание условий проведения реакций, указанных над стрелкой в схеме превращений. Так, например, при анализе схемы получения бутена-2 важно вспомнить, что концентрированная серная кислота является водоотнимающим средством, а следовательно, исходное вещество X должно быть линейного стро-

ения, с гидроксогруппой, расположенной не у крайнего атома углерода. После этого можно переходить к поиску варианта ответа из столбца «вещество X». Аналогичные рассуждения необходимо проделать и с другими схемами. Правильность каждого из установленных соответствий целесообразно подтвердить составлением уравнения реакции.

Важнейшую роль этап анализа свойств играет и при выполнении заданий 30 и 31, в которых требуется выбрать вещества, вступающие в окислительно-восстановительную реакцию и реакцию ионного обмена.

Приступая к выполнению данного задания, необходимо на основании анализа состава предложенных в перечне веществ спрогнозировать их окислительно-восстановительные свойства. Рядом с формулами веществ следует записать, является это вещество окислителем, восстановителем, и тем и другим, или для него эти свойства практически нехарактерны. Например, гипохлорит калия и оксид хрома(III) могут быть и окислителями и восстановителями, сульфат железа(III) проявляет преимущественно окислительные свойства, а гидроксидкалияокислительно-восстановительные свойства проявляет слабо.

На втором этапе составляются пары веществ, которые могут вступать в ОВР.

Задание 30

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:

гипохлорит калия, гидроксид калия, сульфат железа(III), оксид хрома(III), оксид магния. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций, используя не менее двух веществ из предложенного перечня. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $3\text{KClO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ $3 \mid \text{Cl}^{+1} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}^{-1}$ $2 \mid \text{Cr}^{+3} - 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}^{+6}$ Хлор в степени окисления +1 (или гипохлорит калия) является окислителем. Хром в степени окисления +3 (или оксид хрома(III)) является восстановителем	
<i>Максимальный балл</i>	2

При этом следует обратить внимание на то, что некоторые вещества из перечня могут выступать в качестве среды для проведения реакции, которая влияет на состав образующихся продуктов. Например, таким веществом в данном задании является гидроксид калия.

После этого приступают к выбору пар реагентов, между которыми протекание реакции является наиболее очевидным. В данном случае это взаимодействие гипохлорита калия с оксидом хрома(III). При этом в качестве среды раствора может быть использована как щелочь, так и вода. Подобный предварительный анализ свойств веществ повышает вероятность безошибочного выполнения задания, так как позволяет учесть все варианты взаимодействия между веществами.

Первым шагом в решении задания 31 должно стать определение принадлежности приведённых веществ к классам неорганических веществ. Это позволит сразу исключить из перечня оксиды магния и хрома, так как реакции ионного обмена происходят в водных растворах электролитов, к которым оксиды не относятся. Оставшиеся варианты взаимодействия весьма ограничены. Наиболее очевидным из них является реакция между сульфатом железа(III) и гидроксидом калия.

Подчеркнём, что при обучении школьников выполнению заданий различного типа, проверяющих знание химических свойств веществ, важно отработать определённый алгоритм действий:

- определение классов веществ, указанных в условии задания (или приведённых в перечне);
- анализ общих свойств, характерных для этих классов веществ;
- анализ особых свойств веществ;
- прогнозирование возможности взаимодействия веществ и исключение веществ, не реагирующих между собой;
- составление уравнений реакций.

Завершающий шаг является очень важным для подтверждения правильности решения, в частности сделанного выбора ответов.

Одним из важнейших умений, которое должно быть отработано у учащихся на этапе подготовке к экзамену, должно стать умение самостоятельно выстраи-

вать алгоритм решения в зависимости от условия задания. Безусловно, наличие опыта решения заданий различного типа будет способствовать более быстрому выстраиванию индивидуального алгоритма. Однако нередко учащиеся пытаются применить готовый алгоритм-шаблон к заданию, имеющему отличный путь решения, что приводит их к неверному ответу, чаще всего к ошибкам при решении расчётной задачи 34. В условии каждой из задач этой линии встречаются данные, которые должны быть учтены экзаменуемым, а для этого необходимо уметь учитывать все приведённые данные. Важным этапом на пути к этому является формирование умения записывать «Дано», отработку которого нужно начинать на более простых условиях заданий, постепенно увеличивая количество приведённых в них данных.

Грамотная запись «Дано» с указанием единиц измерения физических величин позволяет также избежать и арифметических ошибок, которые нередко встречаются в решениях даже хорошо подготовленных экзаменуемых. Одни из ошибок свидетельствуют о непонимании взаимосвязи между величинами, а другие являются результатом наличия проблем в математической подготовке.

Таким образом, важнейшим фактором, определяющим успешность решения заданий экзаменационного варианта по химии, является реализация системного подхода к формированию химических знаний и отработке умения работать с информацией, представленной в условии заданий в различной форме (текст, формула, схема).

В целях учёта названных выше факторов в рамках текущего и рубежного контроля целесообразно применять различные формы заданий, направленных на проверку химических свойств веществ и предусматривающих анализ данных, их отбор с учётом сформулированных вопросов, и/или заданий, включающих описание результатов химических экспериментов. При этом очень важно предлагать выпускникам проговаривать или записывать алгоритм действий. Именно данный шаг обеспечивает систему и логику в решении заданий любого уровня сложности.

Принципиальных изменений в структуру и содержания экзаменационных вариантов 2020 г. вносить не планируется. Однако предполагается дальнейшее совершенствование формулировок заданий с учётом двух направлений:

- повышение практико-ориентированной направленности КИМ, в результате включения заданий, ориентированных на проверку знаний, приобретаемых в процессе выполнения реального химического эксперимента;
- повышение дифференцирующей способности заданий за счёт усиления вариативной составляющей их решений.

Планируемые в формулировках уточнения могут быть учтены при проведении практических и лабораторных работ. Так,

важное значение при выполнении заданий 30, 31, 32 и 33 имеет знание условий и признаков протекания химических реакций. В связи с этим нужно осваивать умения наблюдать и фиксировать происходящие изменения. Важным в процессе отработки данного умения является формулирование перед проведением опытов (на основании анализа состава реагирующих веществ) ожидаемых признаков протекания реакций, а затем сопоставление прогноза с реальными изменениями. Большое значение для учёта второго направления планируемых изменений может иметь продумывание при решении заданий различного уровня сложности нескольких вариантов решения с последующим выбором оптимального.

Подписано в печать 25.11.2019. Формат 60×90/8
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л. 17. Усл.-печ.л. 17.
Тираж 1020 экз. Заказ №

Учредитель ООО «НИИ школьных технологий».
Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №77-15870 от 07.07.2003 г.
109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2
Тел.: (495) 345-52-00
E-mail: narob@yandex.ru
Распространение: no.podpiska@yandex.ru

Отпечатано в типографии НИИ школьных технологий
Тел. (495) 972-59-62