



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**А.А. Каверина, М.Г. Снастина**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО  
НЕКОТОРЫМ АСПЕКТАМ СОВЕРШЕН-  
СТВОВАНИЯ ПРЕПОДАВАНИЯ  
ХИМИИ**

*(на основе анализа типичных затруднений выпускников при  
выполнении заданий ЕГЭ)*

Москва, 2014

Единый государственный экзамен по химии является экзаменом по выбору выпускников. По его итогам выявляется уровень освоения каждым экзаменуемым образовательных программ по химии, соответствующих Федеральному компоненту государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (базовый и профильный уровни).

Экзамен обеспечен целостной системой контрольных измерительных материалов (КИМ). Элементами этой системы являются единые по структуре и содержанию варианты экзаменационной работы, а также комплект сопроводительной документации, которая определяет структуру и содержание КИМ. В состав данного комплекта входят: *кодификатор* контролируемых элементов содержания, *спецификация* экзаменационной работы, *демонстрационный вариант КИМ*, ответы на задания и система их оценивания.

Всю эту систему экзаменационных материалов с полным основанием можно рассматривать в качестве методической основы для совершенствования различных форм контроля знаний и умений учащихся, используемых в практике преподавания химии.

Рассмотрим основные принципы формирования данной системы применительно к экзаменационной модели КИМ ЕГЭ 2014 года. Основу подходов к разработке КИМ составили те общие методические установки, которые были определены в ходе формирования экзаменационных моделей предыдущих лет. Суть данных установок заключается в следующем:

- КИМ ориентированы на проверку усвоения системы знаний, которая рассматривается в качестве инвариантного ядра содержания действующих программ по химии для общеобразовательных учреждений. В стандарте эта система знаний представлена в виде требований к подготовке выпускников. С данными требованиями соотносится уровень предъявления в КИМ проверяемых элементов содержания.
- В целях обеспечения возможности дифференцированной оценки учебных достижений выпускников КИМ ЕГЭ осуществляют проверку усвоения основных образовательных программ по химии на трёх уровнях сложности *базовом, повышенном и высоком*. Учебный материал, на основе которого строятся задания, отбирается по признаку его значимости для общеобразовательной подготовки выпускников образовательных организаций, реализующих программы среднего общего образования.
- Выполнение заданий экзаменационной работы предусматривает осуществление определенной совокупности действий. Среди них наиболее показательными являются, к примеру, такие как: выявлять классификационные признаки веществ и реакций; определять степень окисления химических элементов по формулам их соединений; объяснять сущность того или иного процесса, взаимосвязи состава, строения и свойств веществ. Умение экзаменуемого осуществлять разнообразные действия при выполнении работы рассматривается в качестве показателя усвоения изученного материала с необходимой глубиной понимания.

- Равноценность всех вариантов экзаменационной работы обеспечивается строгим соблюдением одинакового соотношения числа заданий, проверяющих усвоение основных элементов содержания различных разделов курса химии.

Структура экзаменационной работы 2014 г. в целом осталась аналогичной структуре работы 2013 г. В каждом ее варианте, составленном по единому плану, выделены три части. Одинаковые по форме представления и уровню сложности задания сгруппированы в определенной части работы. Общее количество заданий в работе – 42. Часть 1 содержала 28 заданий базового уровня сложности с выбором ответа; часть 2 – 9 заданий повышенного уровня сложности с кратким ответом и часть 3 – 5 заданий высокого уровня сложности с развернутым ответом.

Основные изменения, которые были внесены в экзаменационную работу 2014 г. (по сравнению с 2013 г.) состояли в следующем:

1. Общее количество заданий в каждом варианте КИМ составило 42 (вместо 43 в работе 2013 г.). При этом максимальный суммарный балл за выполнение работы остался прежним – 65.

2. Проведено перераспределение заданий по частям работы: все расчетные задачи, оцениваемые в 1 балл, из части 2 помещены в часть 1 (A26–A28).

3. Изменено функциональное назначение некоторых видов заданий: элемент содержания «Реакции окислительно-восстановительные» проверялся заданиями повышенного и высокого уровней сложности (B2 и C2), «Гидролиз солей» – только заданием повышенного уровня сложности (B4).

4. В часть 2 работы на позиции B6 включено задание нового содержания, которое ориентировано на проверку элементов содержания: «качественные реакции на неорганические вещества и ионы», «качественные реакции органических соединений». Использование заданий такого типа продиктовано необходимостью усиления практико-ориентированной направленности КИМ.

Применительно к каждому типу заданий экзаменационной работы сохранен тот подход к отбору их содержания и формы его предъявления, который подтвердил свою эффективность по итогам проведения экзамена. Так, задания *с выбором ответа* построены на материале практически всех важнейших разделов школьного курса химии. В своей совокупности они проверяют на базовом уровне усвоение значительного количества элементов содержания (42 из 56 проверяемых элементов). Эти задания разнообразны по форме предъявления условия: в одних случаях оно сформулировано в виде вопроса, а в других – в виде утверждения либо двух суждений. При этом в каждом из заданий предложены четыре варианта ответа, среди которых только один является правильным. Таким образом, по характеру действий, которые необходимы для выполнения данных заданий, они считаются наиболее простыми.

Задания *с кратким ответом*, предусматривают анализ большого объема сведений о свойствах веществ и химических элементов, о закономерности

стях и сущности изученных типов реакций и т.п. Другая весьма существенная отличительная их особенность состоит в том, что в условии этих заданий ответ в готовом виде не сформулирован. Его нужно установить в ходе выполнения задания и записать в виде определённой последовательности цифр (трёх или четырёх) в строгом соответствии с предложенными инструкциями.

Задания с *развернутым ответом*, наиболее сложные в экзаменационной работе, ориентированы на проверку системы знаний и умений, отвечающих требованиям образовательного стандарта *профильного* уровня. В частности, они проверяют сформированность таких важных умений метапредметного и предметного характера, как умение:

- *выявлять* причинно-следственные связи между отдельными элементами учебного материала;
- *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 расчеты по химическим уравнениям;
- формулировать ответ в определённой логике и с аргументацией полученных выводов.

Проиллюстрируем более подробно используемые принципы определения содержательной основы КИМ на примере разных типов наиболее сложных заданий с кратким и развёрнутым ответами и проанализируем типичные затруднения выпускников при их выполнении.

Среди заданий повышенного уровня сложности с кратким ответом, включённых во вторую часть экзаменационной работы, наибольшие затруднения у экзаменуемых вызвали задания, которые ориентированы на проверку усвоения знаний характерных химических свойств неорганических веществ (В5) и задания, проверяющие усвоение знаний о качественных реакциях на неорганические вещества и ионы, а также знания об идентификации органических веществ (В6).

### **Задание В5**

Средний процент выполнения этих заданий составляет 34%. За верное выполнение задания выставляется 2 балла, если же допущена одна ошибка в ответе, то выставляется 1 балл. Как показывают статистические данные получить 2 балла за выполнение задания смогли только 78% выпускников с наиболее высоким уровнем подготовки. Среди выпускников с хорошим уровнем подготовки получить 2 балла смогли только 28%. Рассмотрим пример такого задания.

**Задание:** Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать.

| ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА       | РЕАГЕНТЫ   |
|------------------------|--|
| А) O <sub>2</sub>      | 1) C, ZnS, FeO   |
| Б) CO <sub>2</sub>     | 2) HCl, Na <sub>2</sub> O, NaOH  |
| В) Zn(OH) <sub>2</sub> | 3) Br <sub>2</sub> , AgNO <sub>3</sub> , (CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Pb |
| Г) KI                  | 4) Mg, NaOH, CaO   |
|                        | 5) S, Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , HCl                                    |

Для вещества кислород (А) надо выбрать реагенты, указанные под цифрой 1. При этом экзаменуемые должны знать, что кислород способен окислять сульфид цинка и оксид железа(II). Выбирая реагенты для оксида углерода(IV) (Б) необходимо помнить о его способности реагировать не только с веществами, проявляющими основные свойства (NaOH, CaO), но и с магнием (ответ 4). Для гидроксида цинка (В) характерны амфотерные свойства – ответ 2. Иодид калия (Г) способен вступать в реакции ионного обмена (с AgNO<sub>3</sub>, (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Pb), а также проявлять свойства восстановителя в реакции с Br<sub>2</sub> (ответ 3).

Таким образом, выполнение таких заданий требует применения знаний не только об общих свойствах вещества как представителя определённого класса веществ, но и специфических свойств конкретного неорганического вещества.

### Задание В6

Шкала оценивания этих заданий такая же, как и заданий В5 – 0, 1 и 2 балла. Средний процент выполнения этих заданий составляет 30%. Среди выпускников с наиболее высоким уровнем подготовки только 72% смогли получить 2 балла за выполнение задания, а с хорошим уровнем подготовки – 22%. Выполнение этих заданий требовало сформированности знаний о качественных реагентах, используемых для определения конкретных неорганических и органических веществ, знаний признаков протекания качественных реакций, умения различить вещества на основании различия в их химических свойствах. Рассмотрим пример такого задания.

**Задание:** Установите соответствие между формулами двух веществ и признаком реакции, протекающей между этими веществами.

| ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ   | ПРИЗНАК РЕАКЦИИ                                      |
|---|--|
| А) CH <sub>2</sub> (OH)–CH(OH)–CH <sub>2</sub> (OH) и Cu(OH) <sub>2</sub>     | 1) обесцвечивание раствора                           |
| Б) CH <sub>3</sub> CH=CHCH <sub>3</sub> и KMnO <sub>4</sub> (H <sup>+</sup> ) | 2) растворение осадка с образованием синего раствора |
| В) CH <sub>3</sub> CHO и Cu(OH) <sub>2</sub>                                  | 3) образование белого осадка                         |
| Г) CH <sub>2</sub> =CHCOOH и Br <sub>2</sub>                                  | 4) выделение газа                                    |
|   | 5) образование кирпично-красного осадка              |

На основании структурной формулы органического вещества А необходимо сделать вывод о том, что это вещество является многоатомным спиртом. В результате реакции многоатомного спирта с гидроксидом меди(II) осадок гидроксида меди(II) растворяется, при этом образовавшийся раствор

приобретает синее окрашивание (ответ 2). В молекуле органического вещества Б присутствует двойная связь. Такие вещества способны окисляться перманганатом калия (в кислой среде), при этом будет наблюдаться обесцвечивание раствора перманганата калия (ответ 1). Как видно из структурной формулы, в молекуле вещества В присутствует альдегидная группа, способная окисляться под действием гидроксида меди(II). Признаком реакции является образование кирпично-красного осадка (ответ 5). Структурная формула органического вещества Г показывает наличие в его молекуле, как двойной связи, так и карбоксильной группы. Реакция присоединения брома будет проходить с разрывом двойной связи, и сопровождаться обесцвечиванием раствора (ответ 1).

### Задание С1

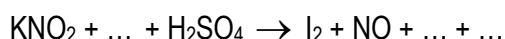
Задания С1 ориентированы на проверку умений определять степень окисления химических элементов, определять окислитель и восстановитель, составлять электронный баланс, на его основе расставлять коэффициенты в уравнениях реакций.

Критерии оценивания выполнения таких заданий включают в себя следующие элементы:

- составлен электронный баланс – 1 балл;
- указан окислитель и восстановитель – 1 балл.
- определены формулы недостающих веществ и расставлены коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции – 1 балл.

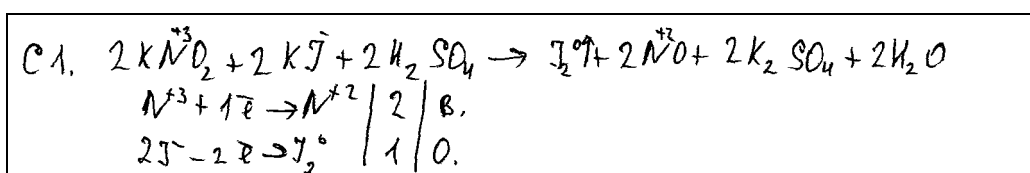
Как показывают статистические данные, к выполнению этих заданий приступают более 85% экзаменуемых. Но успешно выполняют задание выпускники с хорошим (82%) и наиболее высоким (97%) уровнями подготовки. К оформлению ответа на задание никаких особых требований не предъявляется. Ответ считается верным даже в том случае, если экзаменуемый окислитель и восстановитель обозначил только одной буквой «В» и «О», так как по условию задания не требуется указывать процессы окисления и восстановления. Наряду с этим надо помнить, что наличие в ответе экзаменуемого взаимоисключающих суждений о природе окислителя и восстановителя будет рассматриваться как факт несформированности умения применять данные знания. Рассмотрим на конкретных примерах наиболее распространенные ошибки экзаменуемых при выполнении этих заданий.

*Задание:* Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



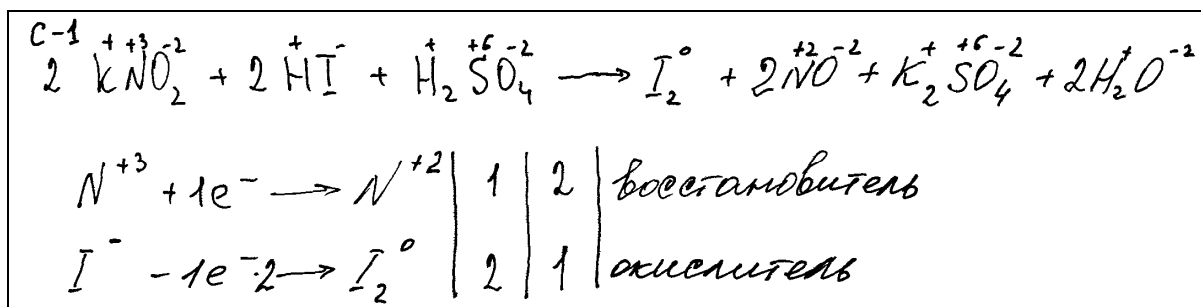
Определите окислитель и восстановитель.

Ответ 1.



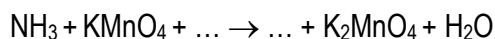
В ответе выпускника правильно определены степени окисления азота и иода, а также характер изменения степеней окисления. Правильно составлен электронный баланс – количество отданных и принятых электронов. Формулы веществ, пропущенные в схеме реакции, тоже записаны правильно, составлены коэффициенты в уравнении. Но при указании окислителя и восстановителя допущены ошибки. Надо было указать, что иод в степени окисления  $-1$  является восстановителем, а азот в степени окисления  $+3$  (или нитрит калия за счет азота в степени окисления  $+3$ ) – окислителем.

Ответ 2.



В этом случае экзаменуемый в своём ответе в качестве вещества-восстановителя указал HI (вместо требуемого KI). Но это вещество также обладает восстановительными свойствами и потому можно считать, что ответ не противоречит химической сущности условия задания. Тем не менее, видно, что в ответе присутствует ошибка в определении окислителя и восстановителя.

*Задание:* Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции:



Определите окислитель и восстановитель.

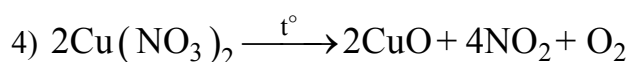
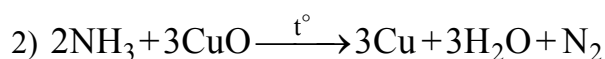
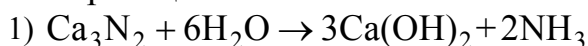
При выполнении этого задания, некоторые экзаменуемые допустили ошибку в определении формулы вещества, пропущенного в правой части уравнения. Они ошибочно указали нитрат калия как продукт окисления аммиака, в то время как к правильному определению формулы продукта окисления должны были привести следующие рассуждения. Продуктом восстановления  $KMnO_4$  является  $K_2MnO_4$ , который существует только в щелочной среде. Значит, в левую часть уравнения нужно было вписать формулу щелочи  $KOH$ , а также учесть при этом, что перманганат калия в щелочной среде проявляет более слабые окислительные свойства, чем в кислой. Поэтому азот в степени окисления  $-3$  в составе аммиака способен изменить степень окисления лишь до  $+2$ , но не до высшей степени окисления  $+5$ , как в нитрате калия. Теперь можно составить формулу вещества, содержащего азот в степени окисления  $+2$ , скорее всего это будет  $NO$ . А далее с помощью электронного баланса – установить необходимые коэффициенты и составить уравнение реакции:  $2NH_3 + 6KMnO_4 + 6KOH = N_2 + 6K_2MnO_4 + 6H_2O$ .

## Задание С2

В условии задания С2, проверяющего знание *генетической связи различных классов неорганических веществ*, предложено описание конкретного химического эксперимента, ход которого экзаменуемые должны были проиллюстрировать посредством уравнений соответствующих химических реакций. Каждое верно записанное уравнение реакции оценивается в 1 балл. Максимально за правильное выполнение задания можно получить 4 балла.

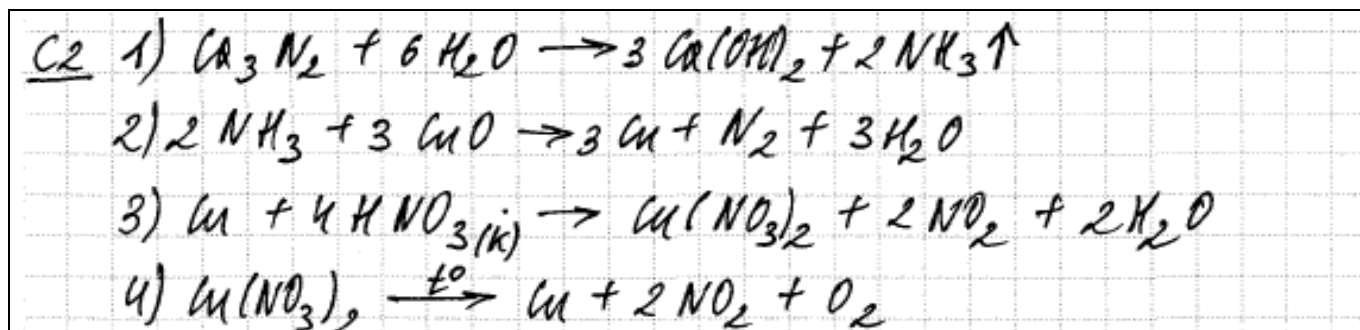
**Задание:** Газ, полученный при обработке нитрида кальция водой, пропустили над раскаленным порошком оксида меди(II). Полученное при этом твердое вещество растворили в концентрированной азотной кислоте, раствор выпарили, а полученный твердый остаток прокалили. Составьте уравнения четырех описанных реакций.

В результате выполнения задания должны быть записаны следующие уравнения реакций:



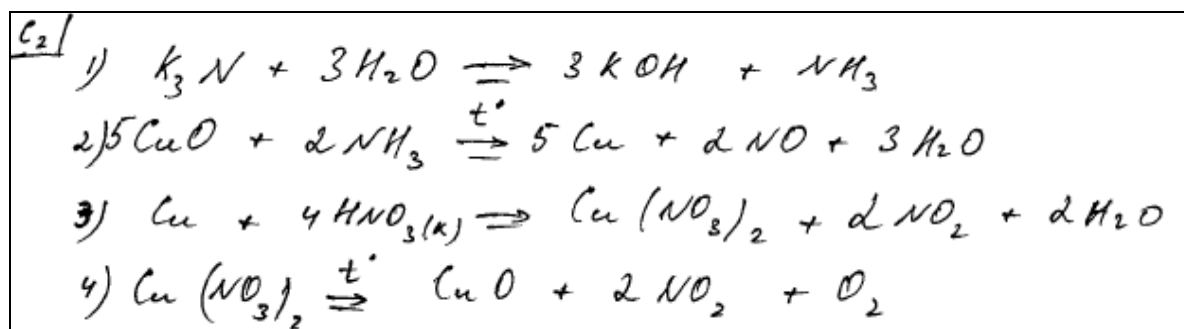
Рассмотрим ответы выпускников и проанализируем допущенные ими ошибки.

Ответ 1.



В этом случае ошибка допущена в четвертом уравнении реакции. В результате разложения нитрата меди(II) образуется оксид меди(II), диоксид азота и кислород. Как видно, в ответе среди продуктов реакции ошибочно указана медь.

Ответ 2.



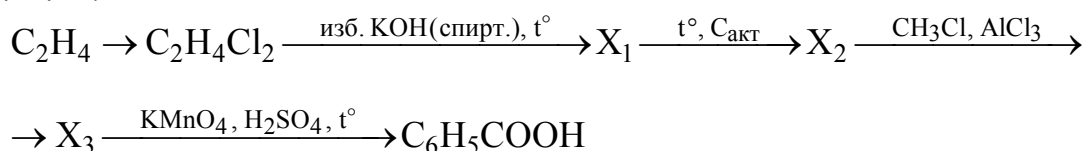


В данном ответе допущена ошибка в первом уравнении реакции: вместо нитрида кальция записан нитрид калия. Во втором уравнении допущена ошибка в записи формулы продукта реакции: вместо азота указан оксид азота(II). Можно предположить, что причиной допущенной ошибки является неумение прогнозировать продукт реакции с учетом характера изменения степени окисления элемента в зависимости от условий реакции. Третье уравнение реакции составлено правильно. В четвертом уравнении неверно расставлены коэффициенты.

### Задание С3

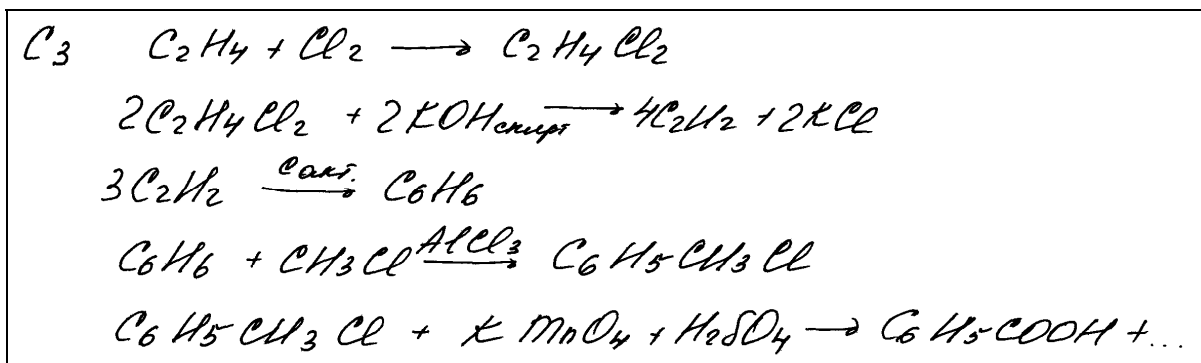
Выполнение этих заданий требует от выпускников целого комплекса знаний по органической химии: глубокого понимания генетической взаимосвязи органических веществ, знания их химических свойств и способов получения, умения учитывать условия проведения реакций, анализировать строение органических веществ. В результате выполнения задания должны быть записаны пять уравнений реакций, соответствующих заданной в условии схеме – «цепочке» превращений веществ. При записи уравнений реакций, экзаменуемые должны использовать структурные формулы органических веществ: это указание записано в условии задания. Допустимо использование структурных формул разного вида (развернутой, сокращённой, скелетной), однозначно отражающих порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества. Наличие в ответе экзаменуемого каждого из пяти уравнений оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за выполнение таких заданий – 5. Рассмотрим примеры ответов выпускников и отметим допущенные ими ошибки.

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



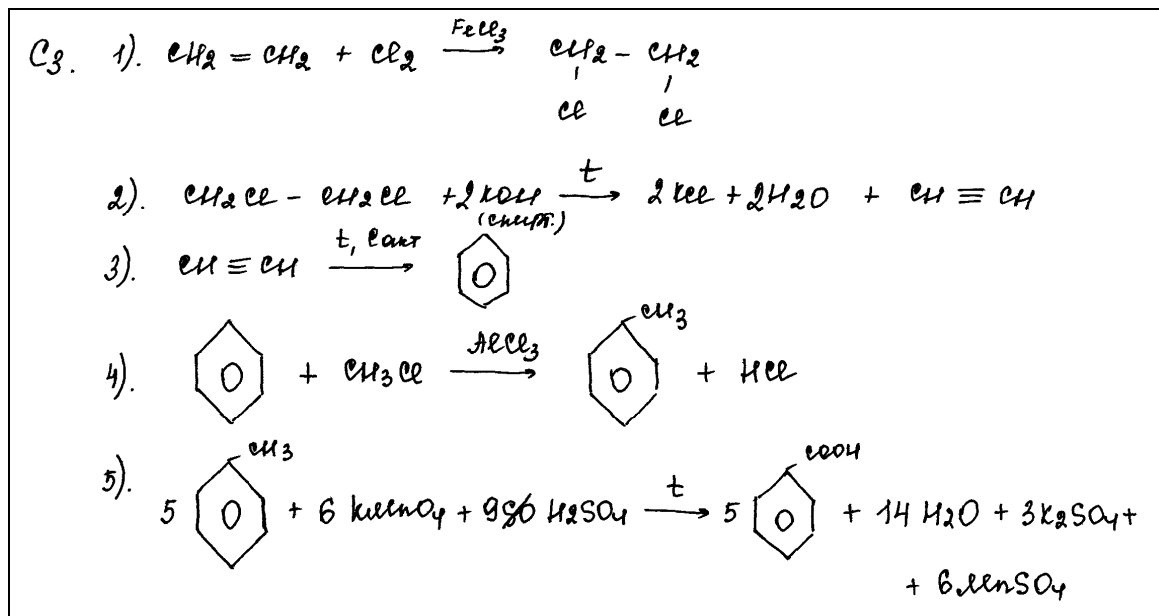
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Ответ 1.



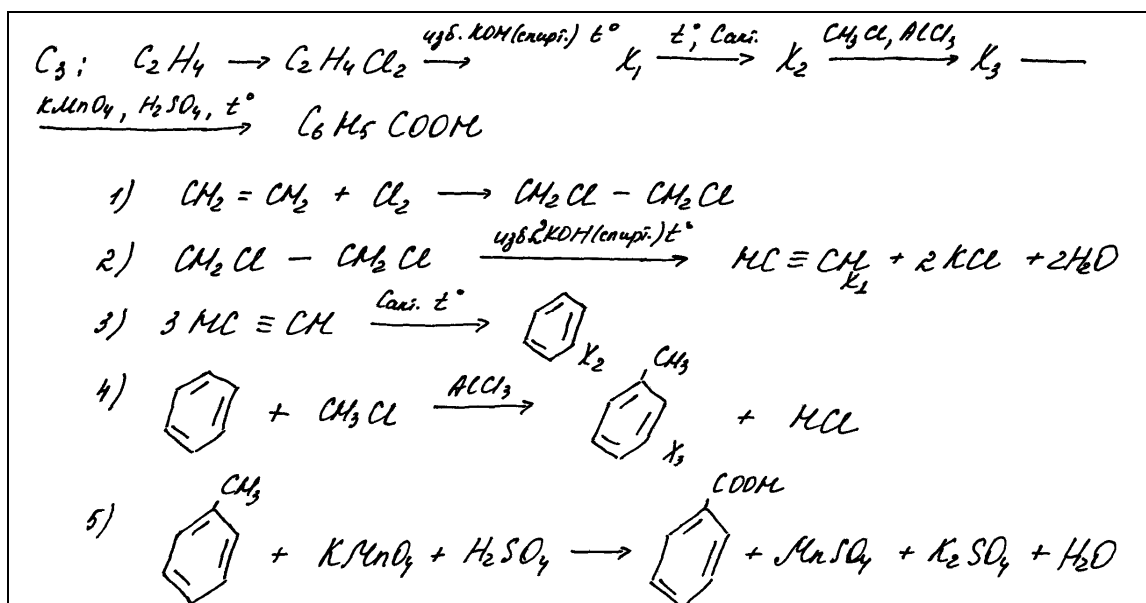
Обратим внимание на то, что экзаменуемый не выполнил требование записи структурных формул органических веществ. Во втором уравнении пропущен один из продуктов реакции – вода. Пятое уравнение реакции не составлено.

Ответ 2.



В этом ответе записаны структурные формулы веществ. Однако в третьем уравнении отсутствует коэффициент 3 перед формулой ацетилена (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>). Вместе с тем по второму и пятому уравнениям реакций можно судить о том, что умение расставлять коэффициенты у экзаменуемого сформировано достаточно прочно. На этом основании можно высказать предположение о том, что ошибка в третьем уравнении допущена по невнимательности. Но все же, даже такая ошибка может служить причиной снижения баллов за выполнение задания.

Ответ 3



В данном ответе не расставлены коэффициенты в пятом уравнении реакции. Такую запись принято называть схемой реакции, но в условии задания требовалось составить уравнение реакций. Подобная ошибка приводит к потере 1 балла за выполнение задания.

#### Задание С4

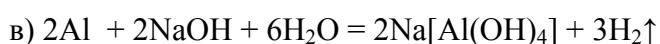
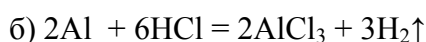
Задания С4 – это расчетные задачи. Их выполнение требует знания химических свойств веществ и предполагает осуществление некоторой совокупности действий, обеспечивающих получение правильного ответа. В числе таких действий назовем следующие:

- составление уравнений химических реакций (согласно данным условия задачи), необходимых для выполнения стехиометрических расчетов;
- выполнение расчетов, необходимых для нахождения ответов на поставленные в условии задачи вопросы;
- формулирование логически обоснованного ответа на все поставленные в условии задания вопросы (например, подробное обоснование последовательности действий, результатом которых было установление молекулярной формулы вещества).

Условия заданий С4 наиболее разнообразны по содержанию и алгоритму их выполнения по сравнению с другими заданиями части 3 экзаменационной работы. Несмотря на то, что в процессе выполнения этих заданий выпускники используют почти одни и те же понятия и формулы для расчетов, все же каждое задание предусматривает использование своего алгоритма решения. В этом случае эксперт выявляет наличие в ответе логически обоснованных элементов и оценивает их в соответствии с предложенной шкалой оценивания (максимально 4 балла). Подтвердим сказанное конкретными примерами.

*Задание:* Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

Первый этап решения – составление уравнений реакций потребует знаний химических свойств металлов: алюминий взаимодействует и с кислотой, и со щелочью, а железо с раствором щелочи реагировать не будет.



На втором этапе необходимо рассчитать количество вещества и массу алюминия в соответствии с уравнением в):

2)  $n(\text{Al}) = 2 / 3n(\text{H}_2) = 2 / 3 \cdot (6,72 / 22,4) = 0,2$  моль

$m(\text{Al}) = 0,2 \cdot 27 = 5,4$  г

На третьем этапе можно определить количество вещества железа и его массу:

3) вычислим объем водорода, выделяемый в реакции а) железом:

$V(\text{H}_2) = 8,96 - 6,72 = 2,24$  л

вычислим количество вещества железа:

$$n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

значит, масса железа  $m(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ г}$

Теперь можно использовать понятие «массовая доля вещества в смеси» и рассчитать массовую долю железа:

4)

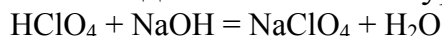
$$\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} = \frac{5,6}{5,6 + 5,4} = 0,509, \text{ или } 50,9\%$$

Максимальная оценка за выполнение задания составляет 4 балла. При проверке выполнения задания эксперты в первую очередь обращают внимание на логическую обоснованность выполненных действий, поскольку некоторые задачи могут быть решены несколькими способами. Посмотрим, как выполняют подобные задания экзаменуемые.

*Задание:* Смешали 100 мл 30%-ного раствора хлорной кислоты ( $\rho = 1,11 \text{ г/мл}$ ) и 300 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,10 \text{ г/мл}$ ). Сколько миллилитров воды следует добавить к полученной смеси, чтобы массовая доля перхлората натрия в ней составила бы 8%?

Отметим следующие необходимые этапы рассуждений при выполнении этого задания:

1) химическую сущность условия задания описывает уравнение реакции:



2) используя данные задачи, рассчитаем количество вещества каждого из реагентов, чтобы сделать вывод об избытке одного из веществ:

$$n(\text{NaOH}) = 300 \cdot 1,1 \cdot 0,2/40 = 1,65 \text{ моль} - \text{в избытке}$$

$$n(\text{HClO}_4) = 100 \cdot 1,11 \cdot 0,3/100,5 \approx 0,33 \text{ моль}$$

3) на основании предыдущего вывода вычислим массу соли:

$$n(\text{NaClO}_4) = n(\text{HClO}_4) = 0,33 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaClO}_4) = 0,33 \cdot 122,5 \approx 40,4 \text{ г}$$

4) далее вычислим объем добавленной воды:

$$0,08 = \frac{40,4}{100 \cdot 1,11 + 300 \cdot 1,1 + x}$$

$$\text{откуда } x = 64 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 64 \text{ мл}$$

Ответ: объем добавленной воды – 64 мл

Рассмотрим примеры ответов экзаменуемых и проанализируем допущенные ошибки.

Ответ 1.

C<sub>q</sub>

$$\text{HClO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$m(\text{HClO}_4)_{\text{раств}} = 100 \cdot 1,11 = 111 \text{ г}$   
 $m(\text{HClO}_4) = \frac{111}{100} \cdot 30 = 33,3 \text{ г}$   
 $n(\text{HClO}_4) = \frac{33,3}{100,5} = 0,33 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaOH}) = 300 \cdot 1,10 = 330 \text{ г}$   
 $m(\text{NaOH}) = \frac{330}{100} \cdot 20 = 66 \text{ г}$   
 $n(\text{NaOH}) = \frac{66}{40} = 1,65 \text{ моль}$

$n(\text{HClO}_4) : n(\text{NaOH}) = 1 : 1 \Rightarrow n(\text{NaClO}_4) = 0,33 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaClO}_4) = 0,33 \cdot 122,5 = 40,425 \text{ г}$   
 $m(\text{раств}) = 100 + 300 = 400 \text{ мл}$   
 $w\%(\text{NaClO}_4) = \frac{40,425}{400} \cdot 100 = 10,1\%$

$\frac{10,1}{400} \cdot 100 = 2,5\%$   
 Ра в 100 грамах воды растворяется 2,5% NaClO<sub>4</sub>

---

Если на каждые 8%  $\Rightarrow 10,1 - 8 = 2,1\%$   
 если на 100 г (H<sub>2</sub>O) приходится 2,5%, то на 2,1% надо приложить 80 г.  
 надо чтобы масса раствора увеличилась на 75 грамм, надо добавить 80 г (H<sub>2</sub>O)

Из ответа видно, что экзаменуемый успешно справился с первыми тремя этапами решения задачи и нашел массу образовавшейся соли. Однако в ходе дальнейших рассуждений были допущены ошибки, которые не позволили получить правильный ответ. Так, в определении массы образовавшегося раствора использовались единицы объема, а не массы исходных растворов. Дальнейшие же действия и соответствующие им выводы оказались глубоко ошибочными.

Ответ 2.

C<sub>4</sub>

Дано:  
 $V(\text{HClO}_4) = 100 \text{ мл}$   
 р-р

Решение:  
 $\text{HClO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$w(\text{HClO}_4) = 0,3$   
 $\rho(\text{HClO}_4) = 1,11 \text{ г/мл}$   
 $V(\text{NaOH}) = 300 \text{ мл}$   
 р-р  
 $w(\text{NaOH}) = 0,2$   
 $w(\text{NaClO}_4) = 0,08$   
 $\rho(\text{NaOH}) = 1,10 \text{ г/мл}$   
 Найти:  
 $V(\text{H}_2\text{O}) = ?$

$V(\text{HClO}_4) = \frac{100 \text{ мл} \cdot 0,3 \cdot 1,11 \text{ г/мл}}{100,5 \text{ г/моль}} = 0,33 \text{ моль}$   
 $V(\text{NaOH}) = \frac{300 \text{ мл} \cdot 0,2 \cdot 1,10 \text{ г/мл}}{40 \text{ г/моль}} = 1,65 \text{ моль}$

по ур-ию:  
 $V(\text{HClO}_4) = V(\text{NaClO}_4) = 0,33 \text{ моль}$   
 $m(\text{NaClO}_4) = 0,33 \text{ моль} \cdot 122,5 \text{ г/моль} = 40,425 \text{ г}$   
 $m(\text{NaClO}_4) = 0,08 \cdot 40,425 = 3,234 \text{ г}$   
 $V(\text{NaClO}_4) = \frac{3,234}{122,5 \text{ г/моль}} = 0,0264 \text{ моль}$   
 $V(\text{H}_2\text{O}) = 0,0264 \text{ моль}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,0264 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 0,4752 \text{ г}$   
 $V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,4752 \text{ г}}{1 \text{ г/мл}} = 0,4752 \text{ мл}$   
 Ответ:  $V(\text{H}_2\text{O}) = 0,4752 \text{ мл}$

Из ответа экзаменуемого видно, что ошибка, как и в предыдущем случае, допущена на заключительном этапе решения задачи. Но здесь, скорее всего, просматривается неумение использовать понятие «массовая доля вещества в растворе».

Анализируя далее ответ экзаменуемого, отметим еще одну часто встречающуюся ошибку. Получив формальный ответ (0,4752 мл), выпускник даже не задумывается над тем, насколько полученная величина соотносится с данными условия задачи, – это всего несколько капель воды. Вряд ли такой объем добавленной воды сможет уменьшить концентрацию исходных растворов. На наш взгляд, такой формальный подход к значениям величин, которые используются при решении химических задач, говорит об отсутствии метапредметных навыков, необходимых для решения задач различного типа, а также навыков самоконтроля и самопроверки.

Заметим также, что выпускники зачастую совершают ошибки в расчетах на втором или третьем этапе решения задачи. Очевидно, что такие ошибки приводят к неправильному ответу. Однако они не свидетельствуют о несформированности умения решать химическую задачу. Поэтому в рекомендациях для экспертов, проверяющих выполнение подобных заданий, дается следующее указание, которым они должны руководствоваться в таких случаях: «\* *Примечание.* В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трех элементов (втором, третьем или четвертом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл».

### Задание С5

Задания С5 предусматривают определение молекулярной формулы вещества. Выполнение этого задания включает в себя три последовательных операции: составление схемы химической реакции; определение стехиометрических соотношений реагирующих веществ; вычисления на их основе, приводящие к установлению состава неизвестного вещества.

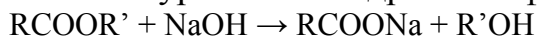
В заданиях С5 используется комбинирование проверяемых элементов содержания – расчетов, на основе которых приходят к определению молекулярной формулы вещества. К тем действиям, которые выполняются в расчетных задачах С4 (стехиометрические расчеты), во многих задачах этого типа добавляются действия другого уровня сложности – составление общей формулы вещества и далее – определение на ее основе молекулярной формулы вещества.

Все эти действия могут быть выполнены в различной последовательности. Иными словами, экзаменуемый может получить ответ любым доступным для него логическим путем. Следовательно, при оценивании задания главное внимание обращается на правильность выбранного способа определения молекулярной формулы вещества.

*Задание:* Сложный эфир массой 30 г подвергнут щелочному гидролизу. При этом получено 34 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 16 г спирта. Установите молекулярную формулу этого эфира.

В процессе решения данной задачи надо было осуществить следующие последовательные действия:

1) составить уравнение гидролиза эфира в общем виде:



2) вычислить количество вещества едкого натра:

$$m(\text{NaOH}) = (34 + 16) - 30 = 20 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 20 / 40 = 0,5 \text{ моль}$$

3) определить молярную массу эфира и его молекулярную формулу:

из уравнения следует, что  $n(\text{RCOOR}') = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$ , тогда

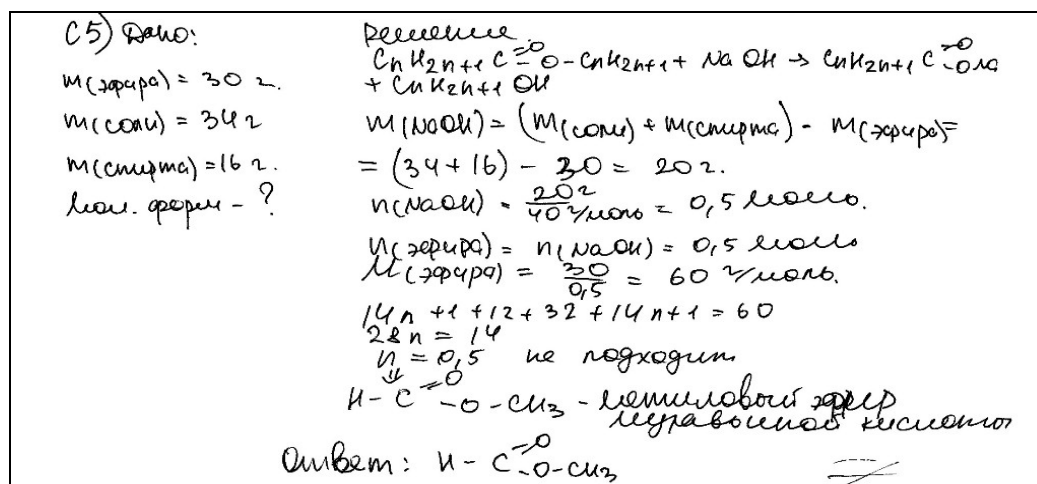
$$m(\text{RCOOR}') = m / n = 30 / 0,5 = 60 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{R}_1 + \text{R}_2) = 60 - 12 - 32 = 16 \text{ г/моль}$$

следовательно, ими могут быть только атом Н и метил  $\text{CH}_3$

формула эфира:  $\text{HCOOCH}_3$

Ответ 1.



Первые два элемента ответа, представленные экзаменуемым, являются верными. Последний элемент ответа логически не завершен. Однако экзаменуемый получил верный ответ на задание практически методом подбора. Такой способ решения данной задачи в принципе также возможен.

Итак, на конкретных примерах мы проиллюстрировали общие подходы к определению содержательной основы наиболее сложных заданий экзаменационной работы и к построению системы оценивания их выполнения. Также рассмотрели наиболее типичные ошибки, встречающиеся в ответах экзаменуемых.

Результаты единого государственного экзамена, как экзамена по выбору выпускников его результаты не могут со всей полнотой отражать качество подготовки по химии всех выпускников общеобразовательных учреждений. Тем не менее, на их основе можно предложить ряд методических рекомендаций по некоторым аспектам совершенствования преподавания химии.

Так, прежде всего, подтверждается необходимость усиления внимания к организации целенаправленной работы по подготовке к единому государственному экзамену по химии, которая предполагает планомерное повторение изученного материала и тренировку в выполнении заданий различного типа.

Результатом работы по повторению должно стать приведение в систему знание/понимание следующих понятий: вещество, химический элемент, атом, ион, химическая связь, электроотрицательность, степень окисления, моль, молярная масса, молярный объем, электролитическая диссоциация, кислотно-основные свойства вещества, окислительно-восстановительные свойства, процессы окисления и восстановления, гидролиз, электролиз, функциональная группа, гомология, структурная и пространственная изомерия. Умение применять эти понятия входит в число обязательных требований к подготовке выпускников по химии. При этом важно помнить, что усвоение любого понятия заключается в умении *выделять* его характерные признаки, *выявлять* его взаимосвязи с другими понятиями, а также в умении *использовать* это понятие для объяснения фактов и явлений.

Повторение и обобщение изученного материала целесообразно выстроить по основным разделам курса химии:

- Теоретические основы химии
- Неорганическая химия
- Органическая химия
- Методы познания веществ и химических реакций. Химия и жизнь

Заметим, что усвоение содержания каждого раздела предполагает *овладение* определенными теоретическими сведениями, включающими законы, правила и понятия, а также, что особенно важно, *понимание* их взаимосвязи и границ применения.

Вместе с тем овладение понятийным аппаратом курса химии – это необходимое, но недостаточное условие успешного выполнения заданий экзаменационной работы. Дело в том, что большинство заданий вариантов КИМ единого государственного экзамена по химии направлены, главным образом, на проверку умения применять теоретические знания в конкретных ситуациях. Так, например, экзаменуемые должны продемонстрировать умения *характеризовать* свойства вещества на основе их состава и строения, *определять* возможность протекания реакций между веществами, *прогнозировать* возможные продукты реакции с учетом условий ее протекания. Также для выполнения ряда заданий понадобятся знания о признаках изученных реакций, правилах обращения с лабораторным оборудованием и веществами, способах получения веществ в лаборатории и в промышленности. Поэтому систематизация и обобщение изученного материала в процессе его повторения должны быть направлены на развитие умений *выделять* главное, *устанавливать* причинно-следственные связи между отдельными элементами содержания, в особенности взаимосвязи состава, строения и свойств веществ.

Значительную помощь в обобщении изученного материала оказывает систематическая тренировка в выполнении типовых заданий, аналогичных



заданиям КИМ ЕГЭ, которая может быть организована в рамках различного вида контроля знаний. При этом важно обращать внимание учащихся как на особенности содержания задания, так и на то, усвоение какого учебного материала проверяется этим заданием.

С методической точки зрения наибольший интерес представляют принципы построения заданий с развёрнутым ответом, которые, как было сказано выше, являются наиболее сложными. Не случайно, в системе КИМ для проведения ЕГЭ им отводится особая роль в выявлении уровня подготовки выпускников. Задания с развёрнутым ответом являются достаточно объективным инструментом для дифференциации экзаменуемых по уровню их подготовки.

Важнейшей особенностью заданий с развёрнутым ответом является комбинирование проверяемых элементов содержания, умений и видов деятельности. Комбинирование проверяемых элементов содержания в заданиях с развёрнутым ответом осуществляют таким образом, чтобы уже в их условии прослеживалась необходимость: последовательного *выполнения* нескольких взаимосвязанных действий, *выявления* причинно-следственных связей между элементами содержания, *формулирования* ответа в определенной логике и с аргументацией отдельных положений. Отсюда становится очевидным, что выполнение заданий с развёрнутым ответом требует от выпускника прочных теоретических знаний, а также сформированных умений применять эти знания в различных учебных ситуациях, последовательно и логично выстраивать ответ, делать выводы и заключения, приводить аргументы в пользу высказанной точки зрения и т.п.

При отборе содержания для заданий с развёрнутым ответом учитывается в первую очередь, какие элементы содержания и умения являются наиболее важными и отвечающими требованиям образовательного стандарта профильного уровня к подготовке выпускников средней (полной) школы. К таким элементам содержания, в частности, были отнесены: *реакции окислительно-восстановительные, строение веществ, взаимное влияние атомов в молекулах, механизмы протекания реакций в органической химии, генетическая связь между классами неорганических и органических соединений, вычисления по химическим формулам и уравнениям реакций.*

Как показывает практика экзамена, к выполнению заданий с развёрнутым ответом приступает абсолютное большинство экзаменуемых независимо от уровня их подготовки. Объяснением тому, по всей вероятности, является тот факт, что задания такого типа довольно часто встречаются в учебном процессе и потому знакомы выпускникам как по форме, так и по содержанию. Однако, как оказалось, умением выстроить алгоритм решения задачи и сформулировать аргументированный ответ владеют только наиболее подготовленные выпускники.

Тем не менее, успешность выполнения таких заданий зависит от концентрации внимания на ведущих элементах содержания и ведущих умениях, проверяемых данным заданием. Именно эта мысль должна быть в полной

мере воспринята учащимися при подготовке к экзамену. Для этого целесообразно их ознакомить с теми сведениями, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Ведущие элементы содержания (понятия) и умения (виды деятельности), проверяемые заданиями с развернутым ответом

| № задания | Проверяемый ведущий элемент содержания (понятие)  | Проверяемое ведущее умение (вид деятельности)  |
|-----------|---|--|
| С1        | Степень окисления элемента, окислитель, восстановитель, электронный баланс  | Определять степень окисления, окислитель, восстановитель, составлять электронный баланс и на его основе составлять уравнение окислительно-восстановительной реакции          |
| С2        | Характерные химические свойства неорганических веществ различных классов, генетическая взаимосвязь неорганических веществ                                     | Подтверждать существование генетической связи между веществами различных классов путем составления уравнений соответствующих реакций   |
| С3        | Характерные химические свойства органических веществ различных классов, генетическая взаимосвязь органических веществ, механизмы реакций в органической химии | Подтверждать существование генетической связи между веществами различных классов путем составления уравнений соответствующих реакций с учетом заданных условий их проведения |
| С4        | Количественные отношения в химии: количество вещества, молярная масса, молярный объем, массовая доля вещества в растворе                                      | Выявлять взаимосвязи между указанными понятиями; проводить стехиометрические расчеты на основе уравнений химических реакций  |
| С5        | Общая и молекулярная формула веществ данного класса, количественные отношения в химии   | Составлять схему реакции, определять стехиометрические соотношения реагирующих веществ, проводить вычисления и на их основе устанавливать молекулярную формулу вещества      |

Вместе с тем есть еще немало вопросов, ознакомиться с которыми заблаговременно должен каждый учащийся, который выбирает данный экзамен. Это информация о самом экзамене, об особенностях его проведения, о том, как можно проверить свою готовность к нему и как следует организовать себя при выполнении экзаменационной работы. Все эти вопросы должны стать предметом самого тщательного обсуждения с учащимися.

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

– документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2015 г. (кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников, спецификация и демонстрационный вариант КИМ);

– Открытый банк заданий ЕГЭ;

– учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;

– аналитические отчеты о результатах экзамена, методические рекомендации и методические письма прошлых лет.