

Учитесь анализировать условия

верно оценить ситуацию, описанную в условии задания, поскольку знали, что в реакции между щелочью (Ca(OH)₂) и кислотным оксидом (CO₂) в избытке углекислого газа образуется Са(НСО₃)₂, в избытке гидроксида кальция — СаСО₃.

Способность применять знания по теме «Химические свойства азотной кислоты» на практике контролировалась посредством задания А16. Подобное задание было представлено в тесте 2018 года (средний процент выполнения — 36).

А16. Медную проволоку нагрели на воздухе до потемнения, а затем охладили и опустили в сосуд, содержащий избыток разбавленной азотной кислоты. Укажите тип реакции, которая НЕ протекала в ходе эксперимента:

- гетерогенная — 19,47%;
- соединения — 27,20%;
- окислительно-восстановительная — 14,31%;
- замещения** — 39,43%.

В 2019 году справиться с заданием смогли свыше 40% абитуриентов, которые правильно смоделировали предложенный эксперимент и, применив знания по темам «Получение оксидов», «Общие химические свойства кислот», «Классификация химических реакций», сделали верный вывод о невозможности протекания реакции замещения. Они, вероятно, знали, что окислительные свойства азотной кислоты обусловлены присутствием азота в степени окисления +5, а не, как у большинства кислот, ионов водорода Н⁺. Анализ выбора вариантов ответа позволяет заметить, что тестируемые, отдавшие предпочтение первому дистрактору, скорее всего, не задумывались или не понимали значение термина *гетерогенная*. Маловероятно, что они не знали того, что медная проволока имеет твердое агрегатное состояние, а азотная кислота представляет собой жидкость. Испытуемые, выбравшие дистрактор 2, не учли химический процесс, протекающий при нагревании медной проволоки. Среди абитуриентов, указавших дистрактор 3, наверное, были как те, кто не владел понятием *окислительно-восстановительная реакция*, так и те, кто не знал специфических особенностей азотной кислоты в реакции с металлами.

Выполнение задания В6 предусматривало комплексное применение знаний о химических свойствах конкретных веществ, относящихся к разным классам неорганических соединений. Приведем пример задания.

В6. Дана схема превращений, в которой каждая реакция обозначена буквой (**А — Г**).

$\text{ZnO} \xrightarrow{\text{А}} \text{ZnI}_2 \xrightarrow{\text{Б}} \text{Zn} \xrightarrow{\text{В}} \text{ZnCl}_2 \xrightarrow{\text{Г}} \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$.

Для осуществления превращений выберите четыре реагента из предложенных (электролиты взяты в виде разбавленных водных растворов):

- KI;
- Fe;
- HgCl₂;
- Mg;
- KOH
- NaCl;
- HI.

Ответ запишите в виде сочетания букв и цифр, соблюдая алфавитную последовательность букв, **например: А4Б1В5Г2**.

С помощью учебного материала, включенного в задание, выявлялось умение прогнозировать продукты реакций между указанными в схеме веществами и предложенными реагентами. Так, по первому превращению был следующий выбор: KI и HI. Знание химических свойств оксидов и кислот позволило абитуриентам принять верное решение и указать HI. Чтобы определить реагенты для осуществления второго и третьего превращений, участники ЦТ должны были понимать, как реагируют металлы с растворами солей. В данном случае необходимо было умение пользоваться электрохимическим рядом активности металлов. Правильным реагентом во втором превращении был Mg, а в третьем — HgCl₂, поскольку Zn является менее активным, чем магний, и более активным, чем ртуть. И, наконец, направление протекания четвертого превращения смогли определить только экзаменуемые, которые хорошо владели понятием *амфотерность*. Указав KOH, они сделали правильный выбор. Подобный ход рассуждений оказался по силам только 44% наиболее подготовленных абитуриентов.

Самый низкий результат в части А (средний процент выполнения — 29) показали испытуемые при выполнении задания А24, выявляющего сформированность понятий *водородный показатель (рН)* раствора, *катионы* и *анионы, сильные и слабые электролиты*. Рассмотрим пример задания.

А24. В водном растворе, рН которого 1, в значительной концентрации НЕ могут присутствовать ионы:

- NH₄⁺ — 28,52%;
- Ca²⁺ — 32,50%

- PO₄³⁻** — 26,45%;
- Cl[–] — 14,34%.

Тестируемые, указавшие дистракторы 1, 3–4, не пришли к правильному решению, поскольку не владели понятием *водородный показатель (рН)* раствора. Они плохо представляли, что водные растворы с рН 1 содержат высокую концентрацию ионов Н⁺, вместе с которыми в растворах также могут свободно находиться положительные ионы NH₄⁺ и Са²⁺ и отрицательные ионы Cl[–]. Примером подобных растворов может служить смесь соляной кислоты и раствора хлорида аммония или смесь соляной кислоты и раствора хлорида кальция. В растворах с рН 1 трудно существовать ионам слабых кислот, так как параллельно с процессом диссоциации протекает процесс объединения ионов в молекулы. Данное обстоятельство является причиной, по которой ионы РО₄³⁻ и Н⁺ не могут в значительной концентрации одновременно присутствовать в водном растворе.

Содержание заданий, включающих расчеты, имеет прикладной и практико-ориентированный характер. При этом экзаменуемым необходимо умение найти рациональный и

В ЦТ–2019 по химии приняли участие 12 497 человек, что на 735 меньше, чем в 2018 году. Пороговое значение тестового балла по химии как для первого профильного предмета было равно 20, как для второго профильного предмета — 10 баллов. Доля участников, набравших 20 и более баллов, превысила 97%; 10 и более — свыше 99%. Максимальный балл (100) получили 17 экзаменуемых (на ЦТ-2018 — 21). Один участник тестирования (выпускник лицея БГУ), показавший абсолютный результат по химии, продемонстрировал отличную подготовку также и по русскому языку.

Неорганическая химия

Раздел «Неорганическая химия» содержал 25 заданий в части А и 7 заданий в части В.

Шесть первых заданий I–II уровня сложности были ориентированы на проверку сформированности у тестируемых понятий, характеризующих строение атома и свойства химического элемента. Анализ результатов их выполнения позволяет заметить, что с заданиями успешно справились свыше 85% выпускников лицеев и гимназий. Более 72% экзаменуемых, окончивших средние школы, правильно выполнили четыре задания (А1–А3 и А6), но некоторые затруднения у них вызвали задания А4 (55%) и А5 (61%). У выпускников УССО и УПТО показатели по заданиям А1–А3 и А6 также выше (54%), чем по заданиям А4 и А5 (30 и 40% соответственно).

Главная причина неверных ответов заключается в неумении использовать периодическую систему при выполнении заданий. Например, в задании А1 четверть испытуемых среди предложенных химических элементов не смогла указать благородный газ (группа VIIIА). Вместо этого они выбирали водород (18%), азот (16%), кислород (16%) и даже угарный газ (4%) или фтор (3%). Треть участников ЦТ ошиблась, отметив два электрона вместо четырех при определении числа электронов на внешнем энергетическом уровне в атоме с электронной конфигурацией 1s²2s²2p² (задание А2). Свыше 44% абитуриентов не сумели найти общие признаки, характеризующие представленные в задании А4 химические элементы, поскольку не усвоили основные закономерности в свойствах химических элементов согласно их положению в периодической системе. Несформированность знаний о периодичности свойств элементов также стала препятствием на пути к правильному ответу для более 62% экзаменуемых в задании А5, ориентированном на выявление представлений о химической связи.

Посредством заданий А9–А12 проверялось знание учебного материала по теме «Основные классы неорганических соединений». Заметим, что средний процент выполнения каждого из заданий данного блока соответствует заявленному уровню сложности. С наиболее высокими показателями было выполнено задание А9 (средний процент выполнения — 64). Приведем пример задания.

А9. Два кислотных оксида образуются в результате химических превращений:

- NH₃ + O₂ $\xrightarrow{\text{т, кат}}$ — 8,05%;

- Fe(OH)₃ $\xrightarrow{\text{т}}$ — 10,26%;

- C₂H₄ + O₂ $\xrightarrow{\text{т}}$ — 12,03%;

- CS₂ + O₂ (изб)** $\xrightarrow{\text{т}}$ — 70,21%;

Аналогичные задания, включающие такие элементы содержания, как состав и классификация оксидов, предлагались на ЦТ в 2017 и 2018 г. В задание теста 2019 года, кроме указанных, был добавлен еще один объект контроля — получение оксидов. Несмотря на то средний процент выполнения задания повысился: во всех вариантах верный ответ выбрали 66–70% абитуриентов (ЦТ-2018 — 51%, ЦТ-2017 — 42%). Выбор остальных участников тестирования распределился между тремя дистракторами, что свидетельствует об отсутствии у испытуемых знаний о реакции полного окисления CS₂ и ошибочном представлении о воде как кислотном оксиде.

Задание А11 было направлено на выявление знания общих свойств кислот и умения различать вещества. Приведем пример.

А11. В отличие от разбавленной соляной кислоты разбавленная серная кислота реагирует с:

- Sr(NO₃)₂** — 43,18%;
- Zn(OH)₂ — 20,55%;

- FeS — 16,72%;
- Hg — 19,72%.

Согласно полученным результатам можно утверждать, что почти 57% тестируемых, указавших дистракторы 2–4, плохо знают общие химические свойства кислот. Вещества FeS (дистрактор 2) и Zn(OH)₂ (дистрактор 3) реагируют как с соляной, так и с серной кислотами; металлическая ртуть Hg (дистрактор 4), наоборот, в химическое взаимодействие с разбавленными растворами HCl и H₂SO₄ не вступает (см. электрохимический ряд активности металлов). Лишь 43% наиболее подготовленных участников ЦТ, выбрав соль Sr(NO₃)₂, образующую труднорастворимое вещество с H₂SO₄, смогли различить указанные кислоты.

Посредством задания А17 оценивался уровень сформированности у экзаменуемых предметных компетенций, позволяющих на основе теоретических знаний о свойствах оксидов, оснований и солей решить практическую задачу. Пример задания:

А17. В свежоштукатуренных зданиях гашеная известь в реакции с углекислым газом превращается в:

- CaCO₃** — 53,41%;
- MgCO₃ — 6,07%;

- Ca(HCO₃)₂ — 34,94%;
- K₂CO₃ — 5,74%.

Для правильного выполнения задания требовалось знание формул гашеной извести и углекислого газа, их принадлежности к классам соединений, а также способов получения кислых и средних солей. Свыше 56% абитуриентов смогли

нетрудоемкий способ, поскольку от этого зависит распределение времени, отведенного на выполнение всей тестовой работы. Например, в задании А7 химические знания о смесях веществ и физических величинах (*масса, массовая доля, количество вещества*), а также их правильное применение с использованием одного из следующих типовых расчетов: вычисление массовой доли элемента по формуле вещества, вычисление количества вещества по его массе и наоборот, вычисление по химическим уравнениям (схемам) — позволили более 47% тестируемых прийти к верному ответу. Приводим пример расчета массы компонента смеси.

А7. Образец железной руды массой 100 г состоит из оксида железа(III) и не содержащих железо примесей. Массовая доля железа в образце равна 68,7%. Масса (**г**) оксида железа(III) в данном образце составляет:

- 93,7;
- 98,1;**
- 99,0;
- 99,9.

Решение.

1) Рассчитаем массу железа в образце 100 г:

m(Fe) = 100 г · 0,687 = 68,7 г.

2) Найдем массу оксида железа(III) в данном образце:

M(Fe₂O₃) = 160 г/моль, *M*(Fe) = 56 г/моль;

х г 68,7 г

Fe₂O₃ → 2Fe

160 г 112 г

х = 98,1, *m*(Fe₂O₃) = 98,1 г.

Ответ: 2.

Задание А20 также представляло расчетную задачу, направленную на выявление знаний характерных свойств алюминия и его соединений, а также умений: составлять уравнения реакций натрия с водой и алюминия с водным раствором гидроксида натрия; решать уравнения с одной или двумя переменными; проводить вычисления количества вещества по его массе и массы по его количеству; рассчитывать массовую долю компонента сплава. Пример задания.

А20. Образец сплава массой 160 г, состоящего из натрия и алюминия, поместили в воду. В результате полного растворения металлов выделился газ объемом (н. у.) 107 дм³. Укажите массовую долю (%) алюминия в сплаве:

- 18;
- 24;**
- 28;
- 30.

Решение.

Поскольку в условии была указана общая масса компонентов сплава и общий объем водорода, выделившийся в результате протекающих реакций, для решения задачи необходимо было ввести по желанию экзаменуемых одну или две переменные.

1) Пусть количество натрия в сплаве металлов составляет

n(Na) = х моль, количество алюминия — *n*(Al) = у моль.

Тогда *m*(Na) = 23х г, *m*(Al) = 27у г.

Общее количество полученного в результате реакций водорода равно:

n(H₂) = 107 дм³ / 22,4 дм³/моль = 4,777 моль.

2) Составим уравнение реакции растворения натрия в воде и найдем количество выделившегося при этом водорода:

х моль

а моль

2Na + 2H₂O = 2NaOH + H₂↑.

2 моль

1 моль

a = 0,5х, *n*(H₂) = 0,5х моль.

3) Составим уравнение реакции взаимодействия алюминия с гидроксидом натрия и найдем количество водорода:

у моль

b моль

2Al + 6NaOH + 3H₂O = 2Na₃[Al(OH)₄] + 3H₂↑.

2 моль

3 моль

b = 1,5у, *n*(H₂) = 1,5у моль.

4) Составим систему уравнений, решив которую определим массу и массовую долю алюминия в сплаве:

$$\begin{cases} 23x + 27y = 160г \\ 0,5x + 1,5y = 4,777 \text{ моль} \end{cases}$$

у = 1,422 моль; *m*(Al) = 1,422 моль · 27 г/моль = 38,394 г;

w(Al) = *m*(Al) / *m*(сплава) = 38,394 г / 160 г = 0,24, или 24 %.

Ответ: 2.

Задачу решили свыше 36% абитуриентов, у которых были сформированы интегрированные знания и умения по химии и математике.

Задание А21 было направлено на проверку умения определять практический выход продукта реакции. Новизна данного задания в том, что теоретическое обоснование представлено уравнением химической реакции и графиками. Данную информацию умело проанализировали и, в соответствии с инструкцией к заданию, верно выстроили алгоритм решения 36% участников тестирования. Пример задания:

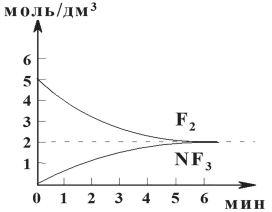
А21. В системе протекает обратимая гомогенная реакция: N₂ (изб) + 3F₂ $\rightleftharpoons$ 2NF₃.

На графиках изображена зависимость концентраций F₂ и NF₃ от времени. Определите практический выход (%) NF₃ на момент установления равновесия:

- 15;
- 85;
- 40;
- 60.**

Решение.

Исходя из уравнения реакции, можно заметить, что вещества F₂ расходуется в 1,5 раза больше, чем образуется вещества NF₃. Это значит, что если F₂, начальная концентрация которого 5 моль/дм³ (см. график), прореагирует полностью, то концентрация NF₃ станет равной 5 / 1,5 = 3,333 моль/дм³. Согласно графику концентрация образовавшегося продукта равна 2 моль/дм³. Поэтому можем



и правильно интерпретировать факты

рассчитать практический выход вещества NF₃ от теоретически воз-
можного:

$$\eta = \frac{n_{\text{практ.}}}{n_{\text{теор}}}, \quad \eta(\text{NF}_3) = \frac{2 \text{ моль}}{3,333 \text{ моль}} = 0,6, \text{ или } 60\%.$$

Ответ: 4.

В 2019 году в части В с наилучшими показателями было
выполнено задание В9 (средний процент выполнения —
26,44). Приведем пример задания.

В9. Для восполнения дефицита магния в организме назначают
пищевую добавку в виде соли, которая содержит 20% магния, 26,7%
серы и 53,3% кислорода по массе. Суточная потребность взросло-
го человека в магии составляет 0,31 г. Вычислите массу (**г**) данной
соли, которая необходима для обеспечения организма магнием на
неделю при условии его усвоения на 34%.

Решение.
1) Определим формулу соли:
$$n(\text{Mg}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = \frac{20}{24} : \frac{26,7}{32} : \frac{53,3}{16} = 0,833 : 0,834 : 3,331 =$$

 $= 1 : 1 : 4.$ Формула соли — MgSO₄.
2) Вычислим массу MgSO₄, необходимого для обеспечения ор-
ганизма магнием на неделю при условии его усвоения на 34%:
 $M_r(\text{MgSO}_4) = 24 + 32 + 64 = 120;$
 $120 \text{ г MgSO}_4 \text{ ————— } 24 \text{ г Mg}$
 $x \text{ г MgSO}_4 \text{ ————— } 0,31 \text{ г Mg}$
 $x = 1,55, m(\text{MgSO}_4) = 1,55 \text{ г/сутки}.$

Так как магния усваивается только 34%, то необходимая мас-
са соли в сутки:
 $1,55 \text{ г} : 0,34 = 4,559 \text{ г};$
в неделю:
 $4,559 \text{ г} \cdot 7 \approx 32 \text{ г}.$
Ответ: 32.

Некоторые экзаменуемые не справились с заданием,
так как невнимательно ознакомились с его условием и в от-
вете указали массу соли, необходимой организму человека
в сутки, а не в неделю. Возможными причинами могли быть
также неверные количественные соотношения соли и ме-
талла, взятые для расчета массы соли, а также ошибки в вы-
числениях.

Посредством открытого задания В10 оценивался уро-
вень подготовки абитуриентов по теме «Качественные и ко-
личественные характеристики состава растворов». Пример
задания:

В10. К порции раствора нитрата натрия массой 210 г при тем-
пературе 40 °С добавили эту же соль массой 120 г и тща-
тельно перемешали. После фильтрования полученной смеси оказалось, что
36 г соли не растворилось. Рассчитайте массовую долю (%) нитра-
та натрия в исходном растворе, если при температуре 40 °С раство-
римость этой соли равна 100 г в 100 г воды.

Почти 12% тестируемых с высоким уровнем подготовки,
тщательно проведя анализ условия, сумели выстроить пра-
вильный алгоритм решения.

1) Поскольку в растворе можно растворить дополнительную
порцию соли, это свидетельствует о том, что исходный раствор был
ненасыщенным. Найдем массу соли, которую поглотил раствор до
его полного насыщения:
 $m(\text{соли}) = 120 \text{ г} - 36 \text{ г} = 84 \text{ г}.$
2) Зная растворимость нитрата натрия, рассчитаем массу полу-
ченного насыщенного раствора и массу соли в нем:
 $m_2(\text{р-ра}) = 210 \text{ г} + 84 \text{ г} = 294 \text{ г}.$
 $200 \text{ г раствора ————— } 100 \text{ г соли}$
 $294 \text{ г раствора ————— } x \text{ г соли}$
 $x = 147, m_2(\text{соли}) = 147 \text{ г}.$
2) Вычислим массу и массовую долю нитрата натрия в исход-
ном растворе:
 $m_1(\text{соли}) = 147 \text{ г} - 84 \text{ г} = 63 \text{ г};$
 $w = \frac{m_1(\text{соли})}{m_1(\text{р-ра})} = \frac{63 \text{ г}}{210 \text{ г}} = 0,3, \text{ или } 30\%.$
Ответ: 30.

Наиболее трудной для участников ЦТ-2019 оказалась за-
дача В11, в которой описан эксперимент по удалению кис-
лорода из воздуха. Пример задания:

В11. В герметичный сосуд постоянного объема поместили
медный порошок массой 232 г и заполнили сосуд воздухом объ-
емом (н. у.) 140 дм³. В результате прокаливании порошка плотность
газа в сосуде снизилась на 16%. Определите массу (**г**) твердого
остатка после прокаливания.

Решение.
Плотность газа ($\rho = m / V$) прямо пропорциональна его массе и
обратно пропорциональна объему. Объем газовой смеси не изме-
нился, поскольку реакция протекала в герметичном сосуде посто-
янного объема. Значит, к снижению плотности газа привело умень-
шение его массы.

1) Вычислим массу воздуха, которым заполнили сосуд:
 $M(\text{возд.}) = 29 \text{ г/моль}, m = n \cdot M, n(\text{возд.}) = V(\text{возд.}) / V_m,$
 $m(\text{возд.}) = 140 \text{ дм}^3 : 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль} \cdot 29 \text{ г/моль} = 181,25 \text{ г}.$
Снижение массы газа в сосуде на 16% и увеличение массы по-
рошка происходит за счет вступившего в реакцию кислорода:
 $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}.$
2) Определим массу израсходованного кислорода и массу
твердого остатка после прокаливания:
 $m(\text{O}_2) = 181,25 \text{ г} \cdot 0,16 = 29 \text{ г}; m(\text{остатка}) = 232 \text{ г} + 29 \text{ г} = 261 \text{ г}.$
Рассчитывать массу твердого остатка по уравнению реакции с
использованием следствия из закона Авогадро ($V_m = 22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}$)
невозможно, потому что после прокаливания порошка в сосуде ус-
ловия стали отличными от нормальных.
Ответ: 261.

Тестируемые должны были тщательно проанализиро-
вать условие и прийти к выводу, что в ходе эксперимента
объем газа, которым был заполнен сосуд, остался посто-
янным. Но при этом изменились температура и давление.
Поэтому применение закона Авогадро в указанных услови-
ях не представляется возможным. Решение задачи базиро-
валось на законе сохранения массы веществ. Кроме того,
многие экзаменуемые неверно интерпретировали условие,
поскольку они посчитали, что в результате прокаливания по-
рошка в сосуде снизилась плотность не воздуха, которым
был заполнен сосуд, а кислорода.

Органическая химия

Знание основных элементов содержания раздела «Орга-
ническая химия» контролировалось с помощью 13 заданий в
части А и 5 заданий в части В.

Выполняя задание В1, абитуриенты должны были устано-
вить соответствие между названием предложенных соеди-
нений и их принадлежностью к одному из классов. Главный
контролируемый объект в задании — знание систематиче-
ской (ИЮПАК) номенклатуры и тривиальных названий орга-
нических веществ. Даже выпускники лицеев и гимназий по-
казали довольно низкий процент выполнения предложенного
задания (средний процент выполнения — 30). Можно предпо-
ложить, что многие испытуемые не знали названий некоторых
веществ. В результате этого они не смогли установить при-
надлежность данных соединений к определенному классу.

Умение сравнивать свойства веществ, в молекулах ко-
торых имеются одинаковые функциональные группы, про-
верялось с помощью задания А31. От экзаменуемых тре-
бовалось установить причинно-следственные связи между
строением и свойствами одноатомных (содержат одну –ОН
группу) и многоатомных (содержат несколько –ОН групп)
спиртов. Пример задания:

А31. В отличие от пропанола-1 этиленгликоль:
1) при отщеплении воды НЕ образует алкен — 45,84%;
2) окрашивает водный раствор лакмуса в красный цвет —
16,97%;
3) реагирует с водным раствором хлорида калия — 19,57%;
4) реагирует с бромоводородом — 18,55%.

Основная часть ошибок, допущенных тестируемыми,
была обусловлена выбором свойств, общих для всех спир-
тов, или, наоборот, указанием не свойственных для спиртов
признаков. Отличие двух соединений определили около 52%
участников ЦТ, которые имели знания об одноатомных и мно-
гоатомных спиртах, а также смогли внимательно проанали-
зировать условие задания и предложенные варианты ответа.

Усвоение знаний о взаимосвязи спиртов с другими кис-
лородсодержащими органическими соединениями кон-
тролировалось посредством задания В3, которое представ-
ляло собой расчетную задачу. Пример задания:

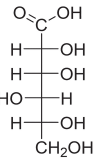
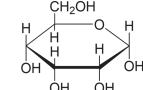
В3. При пропускании паров этанола массой 460 г в присутствии
кислорода над медным катализатором в реакцию каталитического
окисления вступило 65% спирта, остальной спирт не прореагиро-
вал. Рассчитайте массу (**г**) кислорода, необходимого для полного
сжигания полученной смеси органических веществ.

Решение.
1) Составим уравнение реакции окисления этанола оксидом
меди(II) и рассчитаем количества спирта, вступившего в реакцию,
и образовавшегося при этом ацетальдегида:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\quad} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 $M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}; n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 460 \text{ г} / 46 \text{ г/моль} = 10 \text{ моль};$
 $n_{\text{реак.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10 \text{ моль} \cdot 0,65 = 6,5 \text{ моль};$
 $n_{\text{ост.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10 \text{ моль} - 6,5 \text{ моль} = 3,5 \text{ моль};$
 $n_{\text{реак.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{CH}_3\text{CHO}) = 6,5 \text{ моль}$
2) Рассчитаем количество кислорода, необходимого для полно-
го сжигания полученной смеси органических веществ:
 $3,5 \text{ моль } x_1 \qquad \qquad \qquad 6,5 \text{ моль } x_2$
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \quad 2\text{CH}_3\text{CHO} + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 $1 \text{ моль } \quad 3 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 2 \text{ моль } \quad 5 \text{ моль}$
 $x_1 = 10,5 \text{ моль}; \qquad \qquad \qquad x_2 = 16,25 \text{ моль};$
 $m(\text{O}_2) = (10,5 + 16,25) \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 856 \text{ г}.$
Ответ: 856.

С заданием справилась наиболее подготовленная часть
абитуриентов (средний процент выполнения — 12). Приме-
нив знания об этиловом спирте и уксусном альдегиде, они
сумели определить ход протекания каждой реакции, пра-
вильно составили уравнения и благодаря математическим
навыкам верно осуществили необходимые расчеты.

Посредством задания А35 выявлялось усвоение учебно-
го материала, характеризующего строение углеводов. При-
мер задания.

А35. Углеводу НЕ соответствует формула:

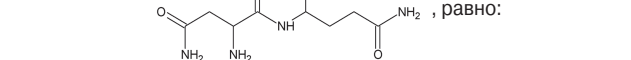
1)  2) HOCH₂–(CHONH)₄–CHO
3)  4) C₆H₁₂O₆.

Четкое представление о том, что в молекулах углеводов
наряду с карбоильной группой обязательно присутствуют
несколько гидроксильных групп, помогло 48% испытуемых
правильно выбрать формулу углевода. Задание оказалось
нелёгким даже для выпускников лицеев и гимназий (сред-
ний процент выполнения — 63).

Подтверждением преемственности двух разделов хи-
мии может служить учебный материал о химических свойст-
вах аминов как органических оснований. Известно, что раст-
воримые в воде основания в водных растворах изменяют
окраску индикаторов. Знание этого факта на ЦТ-2019 про-
верялось посредством задания А36 (в разделе неорганиче-
ской химии — А10). При его выполнении испытуемым необ-
ходимо было выбрать органическое соединение, в водном
растворе которого фенолфталеин способен окрашиваться.
Невысокий процент выполнения задания (37) обусловлен
двумя причинами. В частности, испытуемые не знали, что
амины — органические основания. Кроме того, значитель-
ная часть тестируемых предполагала, что фенолфталеин из-
меняет окраску как в щелочной, так и в кислой среде.

Наиболее низкий показатель выполнения по разделу
«Органическая химия» имело задание А37 (35%). Оно было
ориентировано на проверку сформированности понятий
аминокислоты, пептидная связь. Пример задания:

А37. Число аминокислотных остатков в молекуле, формула ко-
торой



1) 5 — 6,74%; 2) 2 — 26,96%; 3) 3 — 46,51%; 4) 4 — 19,97%.

Основная причина допущенных ошибок заключается в
формальном подходе к формированию знаний о химических
свойствах аминокислот, в результате чего абитуриенты не
поняли механизм образования пептидной связи –CO–NH–,
возникающей при взаимодействии аминокислот между со-
бой, и не знали ее состав. Так, 66% тестируемых ошибоч-
но отнесли к пептидной связи группу атомов –CO–NH₂ (ди-
стракторы 3 и 4). Так как в представленной молекуле таких
групп три, значит, по мнению экзаменуемых, указавших ди-
страктор 3, аминокислотных остатков должно быть тоже три.
Абитуриенты, отметившие дистрактор 4, решили, что остат-
ков должно быть четыре. Испытуемые, выбравшие дистрак-
тор 1, наверное, отвечали на вопрос наугад, поскольку их
выбор логически объяснить невозможно. Участники ЦТ, вы-
бравшие второй вариант ответа, продемонстрировали вы-
сокий уровень усвоения учебного материала.

Решение задания В4 предусматривало проведение рас-
четов по химическим уравнениям на основе знания свойств
аминокислот. Согласно перечню типовых расчетов его мож-
но определить как задачу на установление молекулярных
формул органических веществ на основании образовавших-
ся продуктов.

В4. Порцию природной аминокислоты массой 180 г разделили
на две равные части. Одну часть обработали избытком хлороводо-
рода, в результате чего образовалась соль массой 133,8 г. Вторую
часть обработали избытком водного раствора гидроксида натрия.
Найдите массу (**г**) образовавшейся при этом соли.

Решение.
1) При взаимодействии природной аминокислоты с хлороводо-
родом протекает реакция соединения, продуктом которой являет-
ся соль:
 $\text{NH}_2\text{RCOOH} + \text{HCl} \rightarrow [\text{NH}_3^+\text{RCOOH}]\text{Cl}^-.$

Зная исходную массу аминокислоты и массу полученной соли,
можно определить массу и количество вступившего в реакцию хло-
роводорода:

$m(\text{HCl}) = m([\text{NH}_3^+\text{RCOOH}]\text{Cl}^-) - m(\text{NH}_2\text{RCOOH});$
 $m(\text{HCl}) = 133,8 - 90 = 43,8 \text{ г};$
 $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}, n(\text{HCl}) = 43,8 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ моль}.$

2) Поскольку $n(\text{HCl}) = n(\text{NH}_2\text{RCOOH}) = 1,2 \text{ моль}$, найдем моляр-
ную массу аминокислоты и определим кислоту:
 $M(\text{NH}_2\text{RCOOH}) = m / n;$
 $M(\text{NH}_2\text{RCOOH}) = 90 \text{ г} / 1,2 \text{ моль} = 75 \text{ г/моль};$
формула аминокислоты – NH₂CH₂COOH (глицин).
3) Вычислим массу соли, полученной после обработки второй
части глицина гидроксидом натрия:
 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONa} + \text{H}_2\text{O};$
 $M(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONa}) = 97 \text{ г/моль};$
 $m(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COONa}) = 97 \text{ г/моль} \cdot 1,2 \text{ моль} \approx 116 \text{ г}.$
Ответ: 116.

Таким образом, проведенный анализ показал, что обнов-
ление содержания теста оказало положительное влияние на
его статистические характеристики. Все тестовые задания вы-
полнили свое функциональное предназначение, благодаря ка-
ждому из них была осуществлена качественная дифференциа-
ция участников ЦТ-2019 по уровню их подготовки.

При выполнении тестовых заданий важно не только вла-
деть теоретическими знаниями по химии и умениями их при-
менять, необходимо также умение анализировать условия и
правильно интерпретировать факты и закономерности указан-
ных явлений и процессов, уметь осуществлять взаимосвязь
физических величин, на основании которых проводятся расче-
ты и определяются неизвестные физические величины.

Обращаем внимание, что, начиная с ЦТ-2019, справоч-
ный материал к тесту («Периодическая система химических
элементов Д.И.Менделеева», «Таблица растворимости со-
лей, кислот и оснований в воде», а также «Электрохимиче-
ский ряд активности металлов») представлен на отдельных
страницах в цветном изображении, цветовой фон которого
максимально приближен к изображению в учебниках.