

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников

2025 – 2026 учебный год

Химия, 8 класс

Задания теоретического тура (40 баллов)

Уважаемые участники олимпиады! Прежде всего, внимательно ознакомьтесь с условиями всех задач и решайте их в любом порядке по мере возрастания их сложности, начиная с самой простой, на Ваш взгляд, задачи. **Желательно, но не обязательно решать все задачи. Выбирайте те, что вам по силам!** Помните, что в каждой задаче оцениваются все разумные промежуточные результаты, ведущие к правильному ее решению. Желательно, чтобы каждый этап решения и вычислительный прием имели словесное обоснование.

1 Бронзовый век – исторический период, характеризующийся развитием металлургии бронзы – сплава очень хорошо известного металла с оловом, - и распространением бронзовых орудий труда и оружия. Древние римляне назвали этот металл в честь острова Кипр. Вопросы:

- 1) О каком металле идет речь? Каково его латинское название, соответствующее произношению в формуле?
- 2) Составьте уравнения реакций взаимодействия этого металла с кислородом и с серой, если известно, что в результате реакции с кислородом масса прореагировавшего металла увеличилась на $1/4$, а с серой – на $1/2$. Оба эти вещества имеют одинаковую окраску, какую?
- 3) Назовите еще два применяемых в быту сплава этого металла (кроме бронзы)
- 4) Предложите план разделения смеси данного металла с железом, парафином, поваренной солью.

(8 баллов)

2 В каких из предложенных фраз слово «молекула» нельзя использовать? Объясните почему. Напишите формулы тех молекул из предложенного списка, которые вам известны. 1) молекула углекислого газа; 2) молекула молока; 3) молекула воздуха; 4) молекула кислорода; 5) молекула морской воды; 6) молекула железа. (6 баллов)

3 К бензину марки АИ-93 в прошлом веке добавляли в количестве 0,8 г/л специальное вещество – тетраэтилсвинец (ТЭС), которое улучшало свойства топлива. Благодаря высокому содержанию свинца (64 % по массе) это вещество довольно ядовито, поэтому в России его употребление запрещено с 2002 года. Сколько граммов свинца могло бы попасть в окружающую среду в результате 1000-километрового пробега легкового автомобиля, если средний расход бензина с добавкой во время пробега составляет 10 л на 100 км? Чем опасно попадание свинца в окружающую среду? (6 баллов)

4 Химические элементы X и Y – самые распространённые: один – во Вселенной, другой в земной коре. Вместе они образуют три простых вещества, а друг с другом – два сложных вещества. Назовите эти элементы, напишите формулы всех веществ и составьте уравнение реакции получения одного сложного вещества из другого. (5 баллов)

5 Нашатырный спирт – это раствор амиака в воде. Рассчитайте, какой объем амиака (NH_3) при н.у. нужно растворить в 500 г 8%-ного раствора нашатырного спирта, чтобы увеличить концентрацию раствора вдвое? (8 баллов)

6 С древних времен человек интересовался природой и составом окружающих его веществ. Уже в алхимическом трактате «Изумрудная скрижаль» Гермеса Трисмегиста предпринимались попытки оценить содержание компонентов в смесях веществ. Проведите виртуальный эксперимент и выберите из предложенных веществ то, в котором массовая доля кислорода максимальна. В ответе приведите значение молекулярной массы выбранного вещества и массовой доли кислорода в нем.

Вещества: 1) кальцинированная сода; 2) глауберова соль; 3) аммиачная селитра; 4) пиролюзит; 5) железный купорос. (7 баллов)

Решения задач и система оценивания – 8 класс (2025 г)

Задача № 1

- 1) медь, купрум;
- 2) $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$; $\text{Cu} + \text{S} = \text{CuS}$, вещества имеют чёрный цвет;
- 3) латунь, мельхиор;
- 4) железо отделяем магнитом, хлорид натрия растворяется в воде, далее отфильтровав, выпариваем фильтрат для выделения хлорида натрия, парафин легче воды (будет плавать на поверхности воды), поэтому его отделяем декантацией, медь тяжелее воды – осаждет на дне.

Система оценивания: 1) медь (0,5 балла), купрум (0,5 балла)

2) $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$ (1 балл); $\text{Cu} + \text{S} = \text{CuS}$ (1 балл), вещества имеют чёрный цвет (1 балл)

3) латунь (0,5 балла), мельхиор (0,5 балла)

4) железо отделяем магнитом (0,5 балла), хлорид натрия растворяется в воде, далее отфильтровав, выпариваем фильтрат (1 балл), парафин легче воды (будет плавать в воде), поэтому его отделяем декантацией.

Всего за задачу не более 8 баллов.

Задача № 2

Слово "молекула" нельзя использовать для фраз:

молекула молока, т.к. молоко – это смесь веществ;

молекула воздуха, т.к. воздух – это смесь веществ;

молекула морской воды, т.к. морская вода – это смесь веществ;

молекула железа, т.к. железо – это атомарный элемент.

Формула молекулы углекислого газа – CO_2 ; формула молекулы кислорода – O_2 .

Система оценивания: Слово "молекула" нельзя использовать для фраз:

молекула молока (0,5 балла), т.к. молоко – это смесь веществ (0,5 балла);

молекула воздуха, (0,5 балла), т.к. воздух – это смесь веществ (0,5 балла);

молекула морской воды (0,5 балла), т.к. морская вода – это смесь веществ (0,5 балла);

молекула железа (0,5 балла), т.к. железо – это атомарный элемент (0,5 балла),

Формула молекулы углекислого газа – CO_2 (1 балл); формула молекулы кислорода – O_2 (1 балл);

Всего за задачу не более 6 баллов.

Задача № 3

Объём бензина на 1000 км – 100 л. Масса ТЭС – $100 \cdot 0,8 = 80$ г. Масса свинца – $80 \cdot 0,64 = 51,2$ г. Свинец и его соединения очень ядовиты.

Система оценивания: расчет Объём бензина на 1000 км - 1 балл, расчет массы ТЭС – 2 балла, расчет массы свинца – 2 балла, объяснение, чем опасно попадание свинца в окружающую среду – 1 балл.

Всего за задачу не более 6 баллов.

Задача № 4

Самый распространённый элемент во Вселенной – водород, в земной коре – кислород. Формулы простых и сложных веществ: H_2 , O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2 . Уравнение реакции получения одного сложного вещества из другого реакции: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$.

Система оценивания: самый распространённый элемент во Вселенной – водород (0,5 балла), в земной коре – кислород (0,5 балла). По 0,5 балла за элемент Формулы веществ: H_2 , O_2 , O_3 , H_2O , H_2O_2 (0,5 балл \times 5 = 2,5 балла). По 0,5 балла за формулу в уравнении реакции: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$ (1 балла).

Всего за задачу не более 5 баллов.

Задача № 5

1. Определим массу аммиака в исходном растворе: $m_{исх.}(NH_3) = 500 \cdot 0,08 = 40$ г.
2. Обозначим количество вещества аммиака, который нужно добавить к раствору за x моль. Тогда масса добавленного аммиака равна $m_{добав.}(NH_3) = 17x$ г. По условию задачи, массовая доля вещества в растворе увеличится вдвое и может быть рассчитана следующим образом:
 $\omega(NH_3) = (40 + 17x) / (500 + 17x) = 0.16$. Решая уравнение, получаем $x = 2,8$ моль.
3. Объем добавленного газообразного аммиака составляет: $V(NH_3) = n(NH_3) \cdot V_m = 2,8 \cdot 22,4 = 62,75$ л.

Система оценивания:

1. За определение массы вещества в первоначальном растворе - 2 балла.
2. За составление уравнения и нахождение количества вещества аммиака – 4 балла.
3. За расчет объема газа - 2 балла.

Всего за задачу не более 8 баллов.

Задача № 6

- 1) Кальцинированная сода – Na_2CO_3 ; $Mr(Na_2CO_3) = 106$; $\omega(O) = 3 \times 16 / 106 = 0.453 = 45.3\%$.
- 2) Глауберова соль – $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$; $Mr(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) = 322$; $\omega(O) = 14 \times 16 / 322 = 0.696 = 69,6\%$.
- 3) Аммиачная селитра – NH_4NO_3 ; $Mr(NH_4NO_3) = 80$; $\omega(O) = 3 \times 16 / 80 = 0.600 = 60,0\%$.
- 4) Пиролюзит – MnO_2 ; $Mr(MnO_2) = 87$; $\omega(O) = 2 \times 16 / 87 = 0.368 = 36,8\%$.
- 5) Железный купорос – $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; $Mr(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 278$; $\omega(O) = 11 \times 16 / 278 = 0.633 = 63.3\%$.

Вывод: В глауберовой соли массовая доля кислорода максимальна и составляет 69,6 %.

Молекулярная масса глауберовой соли – 322.

Система оценивания: за определение формулы вещества по тривиальному названию по 0.5 балла, расчет массовой доли кислорода в веществе по 0.5 балла.

- 1) Кальцинированная сода – Na_2CO_3 (0.5 балла); $Mr(Na_2CO_3) = 106$; $\omega(O) = 3 \times 16 / 106 = 0.453 = 45.3\%$ (0.5 балла).
- 2) Глауберова соль – $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (0.5 балла); $Mr(Na_2SO_4 \cdot 10H_2O) = 322$; $\omega(O) = 14 \times 16 / 322 = 0.696 = 69,6\%$ (0.5 балла).
- 3) Аммиачная селитра – NH_4NO_3 (0.5 балла); $Mr(NH_4NO_3) = 80$; $\omega(O) = 3 \times 16 / 80 = 0.600 = 60,0\%$ (0.5 балла).
- 4) Пиролюзит – MnO_2 (0.5 балла); $Mr(MnO_2) = 87$; $\omega(O) = 2 \times 16 / 87 = 0.368 = 36,8\%$.
- 5) Железный купорос – $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.5 балла); $Mr(FeSO_4 \cdot 7H_2O) = 278$; $\omega(O) = 11 \times 16 / 278 = 0.633 = 63.3\%$

Всего за задачу не более 7 баллов.

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников

2025 – 2026 учебный год

Химия, 9 класс

Задания теоретического тура (40 баллов)

Уважаемые участники олимпиады! Прежде всего, внимательно ознакомьтесь с условиями всех задач и решайте их в любом порядке по мере возрастания их сложности, начиная с самой простой, на Ваш взгляд, задачи. **Желательно, но не обязательно решать все задачи. Выбирайте те, что вам по силам!** Помните, что в каждой задаче оцениваются все разумные промежуточные результаты, ведущие к правильному ее решению. Желательно, чтобы каждый этап решения и вычислительный прием имели словесное обоснование.

1. При обжиге пирита (FeS_2) на сернокислотном заводе объём вдуваемого в печь воздуха составляет обычно в 1,6 раза больше, чем рассчитанное по уравнению реакции. Считая, что воздух состоит из кислорода и азота, определите состав печного газа в процентах по объёму, если в процессе обжига в реакцию вступает 60 % поступающего в печь кислорода. (6 баллов)

2. В стакан, содержащий 200 г 10 %-ного раствора соляной кислоты, опустили цинковую пластинку. Когда её вынули, промыли и высушили, то оказалось, что масса пластинки уменьшилась на 6,5 г. Определите массовую долю кислоты после реакции. (4 балла)

3 Навеску смеси бромида и иодида натрия растворили в воде и в раствор при встряхивании добавили избыток брома, после чего раствор выпарили и остаток высушили. Его масса уменьшилась на 10 г по сравнению с исходной массой смеси солей. Полученный остаток растворили в воде и пропустили через раствор хлор, полученный раствор выпарили и остаток высушили. Его масса уменьшилась еще на 10 г. Определите массовую долю бромида натрия в исходной смеси. (7 баллов)

4. В четырех колбах без этикеток содержатся растворы серной кислоты, хлорида калия, хлорида бария и нитрата серебра. Как, пользуясь только этими растворами, определить, что находится в каждой колбе. Составьте схему опознания растворов, укажите опознавательные признаки и запишите уравнения реакций. (9 баллов)

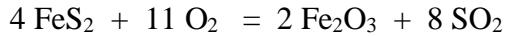
5. При гашении 42 г извести прибавление воды закончили, когда общая масса стала на 27,86 % больше, чем исходная масса извести. Определите массовые доли веществ в образовавшейся смеси. (5 баллов)

6. Какие ионы определяют характер среды в водных растворах и каково их соотношение в растворах с разной средой. В одном литре воды растворили 80 л бромоводорода (н.у.). Определите массовую долю растворенного вещества в растворе. Какую реакцию среды будет иметь раствор, если к нему прилить 500 миллилитров 20 %-ного раствора гидроксида натрия (плотность раствора 1,219 г / см³). Ответ подтвердите расчетом и запишите уравнение реакции в молекулярном и сокращенном ионном виде. (9 баллов)

Решения задач и система оценивания – 9 класс (2025 г)

Задача № 1

Обжиг пирита происходит с участием кислорода, который входит в состав воздуха (по условии задачи 20% кислорода и 80 % азота по объёму):



При расчете мы воспользуемся известным фактом, что объёмные доли газов в смеси совпадают по величине с их мольными долями (это является следствием одинаковости молярных объёмов любых газов при одинаковых условиях).

Видно, что на обжиг 4 молей пирита необходимо 11 молей кислорода, что соответствует $11 / 0,2 = 55$ молей воздуха, т.е. смеси азота и кислорода. По технологии процесса количество воздуха увеличивают в 1,6 раза: $55 \cdot 1,6 = 88$ моль, тогда в нем будут кислорода $88 \cdot 0,2 = 17,6$ моль и азота $88 \cdot 0,8 = 70,4$ моль, который в реакции не участвует и полностью уходит в печной газ.

По условию задачи в реакцию вступает 60 % поступающего в печь кислорода $17,6 \cdot 0,6 = 10,56$ моль, а остальное его количество ($17,6 \cdot 0,4 = 7,04$ моль) переходит в печной газ.

Количество образовавшегося сернистого газа определяет количество вступившего в реакцию кислорода – это $(10,56 / 11) \cdot 8 = 7,68$ моль.

Таким образом, печной газ состоит (в расчете на 4 моль пирита) из 70,4 моль азота, 7,04 моль кислорода и 7,68 моль сернистого газа, а общее количество газов равно 85,12 моль.

Объёмные (молярные) доли компонентов в печном газе равны;

$$\varphi(\text{N}_2) = 70,4 / 85,12 = 0,827 = 82,7 \%, \quad \varphi(\text{O}_2) = 7,04 / 85,12 = 0,083 = 8,3 \%,$$

$$\varphi(\text{SO}_2) = 7,68 / 85,12 = 0,090 = 9,0 \%$$

Внимание! Возможно решение задачи через объёмы газов $V = n \cdot V_m$, где V_m одинаковый для всех газов молярный объем. Очевидно, что ответ при этом не изменится!

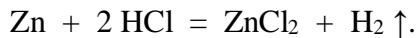
Система оценивания:

- уравнение реакции – 1 балл;
- расчет необходимого количества (объёма) воздуха и определение в нем кислорода и азота – 2 балла;
- количество (объём) кислорода и сернистого газа в печном газе – 1,5 балла;
- расчет состава печного газа – 1,5 балла.

Максимальное количество 6 баллов.

Задача № 2

Реакция взаимодействия цинка с соляной кислотой:



В исходном растворе кислоты содержалось $n(\text{HCl}) = (200 \text{ г} \cdot 0,1) / 36,5 \text{ г/моль} = 0,548$ моль хлороводорода, а потеря массы цинковой пластинки соответствует массе прореагированного цинка $n_{\text{прореаг}}(\text{Zn}) = 6,5 \text{ г} / 65 \text{ г/моль} = 0,1$ моль.

Согласно уравнению реакции прореагировало 0,2 моль хлороводорода и выделился 0,1 моль водорода. В конечном растворе осталось $0,548 - 0,2 = 0,348$ моль хлороводорода и его масса равна $0,348 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 12,702 \text{ г}$.

Масса конечного раствора равна

$$m = m(\text{исх. р-р}) + m(\text{прореаг Zn}) - m(H_2) = 200 + 6,5 - 2 \cdot 0,1 = 206,3 \text{ г},$$

а массовая доля хлороводорода в нем $\omega_{HCl} = 12,702 \text{ г} / 206,3 \text{ г} = 0,0616 = 6,16\%$

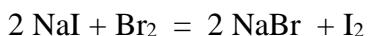
Система оценивания:

- уравнение реакции – 1 балл;
- расчет количеств хлороводорода до реакции и прореагировавшего цинка – 1 балл;
- расчет остатка хлороводорода в растворе, массы конечного раствора и массовой доли – 2 балла.

Максимальное количество 4 балла.

Задача № 3

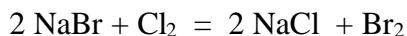
Пусть в смеси солей будет x моль бромида натрия и y моль иодида натрия. После растворения этой смеси в воде и добавлении избытка брома протекает реакция:



Весь иодид натрия переходит в такое же количество бромида натрия. При упаривании раствора и высушивании удаляются растворитель и иод, а твердый остаток представляет собой только бромид натрия в количестве $(x + y)$ моль.

Потеря массы смеси связана с заменой более тяжелого иодид-иона на ион брома и по условию задачи $10 = y \cdot M(\text{NaI}) - y \cdot M(\text{NaBr}) = 47y$

После растворения бромида натрия в воде и обработке раствора избытком хлора весь бромид натрия перейдет в такое же количество хлорида натрия:



При упаривании раствора и высушивании удаляются растворитель и бром, а твердый остаток представляет собой хлорид натрия в количестве $(x + y)$ моль. Потеря массы связана с заменой более тяжелого бромид-иона на хлорид- ион:

$$10 = (x + y) \cdot M(\text{NaBr}) - (x + y) \cdot M(\text{NaCl}) = 44,5(x + y)$$

Итак, получаем систему уравнений: $10 = 47y$ и $10 = 44,5(x + y)$, откуда

$$y = 0,213 \text{ моль} \quad \text{и} \quad x = 0,012 \text{ моль}.$$

Массы солей в исходной смеси равны: $m(\text{NaBr}) = 0,012 \text{ моль} \cdot 103 \text{ г/моль} = 1,236 \text{ г}$
 $m(\text{NaI}) = 0,213 \text{ моль} \cdot 150 \text{ г/моль} = 31,95 \text{ г}$,
массовая доля $\omega(\text{NaBr}) = 1,236 / (1,236 + 31,95) = 0,0372 = 3,72\%$.

Система оценивания:

- уравнения реакций – 2 балла;
- определение качественного состава твердых остатков после реакции – $0,5 \times 2 = 1$ балл;
- установление связи между количествами веществ и потерей массы и расчет количеств солей в исходной смеси – $1,5 \times 2 = 3$ балла;
- расчет массовой доли бромида натрия – 1 балл.

Максимальное количество 7 баллов.

Задача № 4

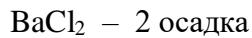
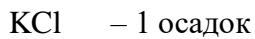
Внешне все четыре раствора являются бесцветными жидкостями – внешние опознавательные признаки отсутствуют.

В подобного типа задачах традиционно составляют теоретическую таблицу видимых признаков реакций при попарном смешении растворов:

	H ₂ SO ₄	KCl	BaCl ₂	AgNO ₃
H ₂ SO ₄	X	–	BaSO ₄ ↓	Ag ₂ SO ₄ ↓ (?)
KCl	–	X	–	AgCl↓
BaCl ₂	BaSO ₄ ↓		X	AgCl↓
AgNO ₃	Ag ₂ SO ₄ ↓ (?)	AgCl↓	AgCl↓	X

Все осадки белые, причем осадки AgCl↓ и BaSO₄ ↓ обильные, а в случае Ag₂SO₄ ↓ (?) возможно помутнение, т.к. эта соль имеет среднюю растворимость.

Опознавательные признаки:



Для BaCl₂ и H₂SO₄ возможно провести уточнение – нужно выпарить несколько капель растворов и в случае BaCl₂ останется белый налет соли.

Далее неизвестные растворы задачи нумеруют и аналогично составляют практическую таблицу видимых признаков. Сравнивая две таблицы, определяют растворы.

Уравнения протекающих реакций ионного обмена :.....(4 штуки)

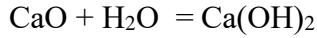
Система оценивания:

- составление теоретической таблицы – 2 балла;
- описание характера осадков (цвет, обильность и т.д.) – 1 балл;
- формулировка опознавательных признаков 0,5 × 4 = 2 балла;
- дополнительные испытания – 1 балл;
- практическое использование таблицы – 1 балл;
- уравнения реакций – 0,5 × 4 = 2 балла.

Максимальное количество 9 баллов.

Задача № 5

При гашении извести протекает реакция:



По условию задачи количество n(CaO) = 42 г /56 г/моль = 0,75 моль. После добавления воды общая масса стала 42 + 42 · 0,2786 = 53,7 г, где на долю воды приходится масса 42 · 0,2786 = 11,7 г и её количество n(H₂O) = 11,7 г / 18 г/моль = 0,65 моль. Видно, что n(CaO) > n(H₂O), вода в недостатке и полностью прореагировала, а конечная смесь состоит из оксида и гидроксида кальция.

По уравнению реакции n(Ca(OH)₂) = n(H₂O) = 0,65 моль, а масса m(Ca(OH)₂) = 0,65 моль · 74 г/моль = 48,1 г.

Остаток оксида кальция

$$m_{\text{остат}} (\text{CaO}) = 53,7 - 48,1 = 5,6 \text{ г}$$

Массовые доли ω(Ca(OH)₂) = 48,1 /53,7 = 0,8957 = 89,57% и ω(CaO) = 10,43 %.

Система оценивания:

- уравнение реакции – 1 балл;
- расчет количеств оксида кальция и добавленной воды – 2 балла;
- обоснование состава конечной смеси – 1 балл;
- расчет состава смеси – 1 балл.

Максимальное количество 5 баллов.**Задача № 6**

По характеру среды водные растворы делятся на кислые, нейтральные и щелочные. Это деление связано с относительным количеством ионов H^+ и OH^- , которые всегда присутствуют в любом водном растворе: если $n(H^+) > n(OH^-)$, то раствор кислый, если $n(H^+) < n(OH^-)$, то раствор щелочной и если же $n(H^+) = n(OH^-)$, то нейтральный. Нейтральными являются растворы неэлектролитов и негидролизующихся солей, кислыми – растворы кислот и солей, гидролизующихся по катиону слабого основания и, наконец, щелочными – растворы оснований и солей, гидролизующихся по аниону слабой кислоты.

Определим количество и массу бромоводорода в растворе:

$$n(HBr) = 80 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 3,57 \text{ моль и } m(HBr) = 3,57 \text{ моль} \cdot 81 \text{ г/моль} = 289,3 \text{ г.}$$

Общая масса раствора $m_{\text{р-р}} = 1000 + 289,3 = 1289,3 \text{ г}$, массовая доля бромоводорода в нем $\omega(HBr) = 289,3 \text{ г} / 1289,3 \text{ г} = 0,2244 = 22,44 \%$.

При смешении растворов кислоты и щелочи протекает реакция нейтрализации и характер среды конечного раствора определяется реагентом, находящимся в избытке. В нашем случае $n(HBr) = 3,57 \text{ моль}$, а количество гидроксида натрия в растворе равно $n(NaOH) = (500 \text{ мл} \cdot 1,219 \text{ г/мл} \cdot 0,2) / 40 \text{ г/моль} = 3,05 \text{ моль..}$

Таким образом, $n(HBr) > n(NaOH)$ и, следовательно, в случае сильных электролитов $n(H^+) > n(OH^-)$ и конечный раствор кислый.

Реакция нейтрализации $HBr + NaOH = NaBr + H_2O$ - молекулярная форма и $H^+ + OH^- = H_2O$ – сокращенное ионное уравнение для сильных кислот и щелочей.

Система оценивания:

- классификация водных растворов по характеру среды – 1 балл;
- ионы, определяющие характер среды и соотношение их количеств в водных растворах – 2 балла;
- расчет количества и массовой доли бромоводорода в растворе – 2 балла;
- расчет количества гидроксида натрия в растворе – 1 балл;
- вывод о характере среды в конечном растворе – 1 балл;
- уравнения реакций с обоснованием записи сокращенного ионного уравнения – 2 балла.

Максимальное количество 9 баллов.

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников

2025 – 2025 учебный год

Химия, 10 класс

Задания теоретического тура (40 баллов)

Уважаемые участники олимпиады! Прежде всего, внимательно ознакомьтесь с условиями всех задач и решайте их в любом порядке по мере возрастания их сложности, начиная с самой простой, на Ваш взгляд, задачи. **Желательно, но не обязательно решать все задачи. Выбирайте те, что вам по силам!** Помните, что в каждой задаче оцениваются все разумные промежуточные результаты, ведущие к правильному ее решению. Желательно, чтобы каждый этап решения и вычислительный прием имели словесное обоснование.

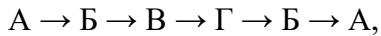
1 При обжиге пирита на сернокислотном заводе объём вдуваемого в печь воздуха составляет обычно в 1,6 раза больше, чем рассчитанное по уравнению реакции. Считая, что воздух состоит из кислорода и азота, определите состав печного газа в процентах по объёму, если в процессе обжига в реакцию вступает 60 % поступающего в печь кислорода. (6 баллов)

2 Навеску смеси бромида и иодида натрия растворили в воде и в раствор при встряхивании добавили избыток брома, после чего раствор выпарили и остаток высушили. Его масса уменьшилась на m г по сравнению с исходной массой смеси солей. Полученный остаток растворили в воде и пропустили через раствор хлора, полученный раствор выпарили и остаток высушили. Его масса уменьшилась еще на m г. Определите массовую долю бромида натрия в исходной смеси. (7 баллов)

3 Предложите возможные варианты, напишите уравнения и условия протекания реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений $A \rightarrow B \rightarrow C$, где A , B и C – углеводороды, в состав которых входят атомы углерода в одинаковом электронном состоянии. Соединение A – все атомы углерода находятся в sp^3 -гибридном состоянии. Соединение B – все атомы углерода находятся в sp -гибридном состоянии. Соединение C – все атомы углерода находятся в sp^2 -гибридном состоянии. Нарисуйте пространственное положение гибридных орбиталей и укажите величину углов между ними для указанных трех типов гибридизации. (7 баллов)

4 При гашении извести прибавление воды закончили, когда общая масса стала на 25 % больше, чем исходная масса извести. Определите массовые доли веществ в образовавшейся смеси. (5 баллов)

5 Как осуществить следующие превращения



если известно, что вещества A и B – газы, V и G – твердые, A – простое, а остальные – сложные. Отношение молярных масс веществ

$$A : B : V : G = 1 : 0,514 : 2,93 : 0,824.$$

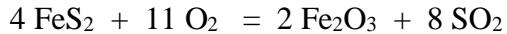
Определите вещества, запишите уравнения реакций, если известно, что в состав веществ B , V и G входят атомы элемента A . (6 баллов)

6 При сжигании 11,2 л (н.у.) смеси метана и этана выделилось 646 кДж теплоты. Образовавшийся углекислый газ пропустили через 400 мл раствора гидроксида натрия ($\omega = 10\%$, $\rho = 1,1$ г/мл). Определите массовые доли средней и кислой солей в образовавшемся растворе, если известно, что теплоты сгорания метана и этана равны 890 и 1560 кДж /моль соответственно. (9 баллов)

Решения задач и система оценивания – 10 класс (2025 г)

Задача № 1

Обжиг пирита происходит с участием кислорода, который входит в состав воздуха (по условию задачи 20% кислорода и 80 % азота по объёму):



При расчете мы воспользуемся известным фактом, что объёмные доли газов в смеси совпадают по величине с их мольными долями (это является следствием одинаковости молярных объёмов любых газов при одинаковых условиях).

Видно, что на обжиг 4 молей пирита необходимо 11 молей кислорода, что соответствует $11 / 0,2 = 55$ молей воздуха, т.е. смеси азота и кислорода. По технологии процесса количество воздуха увеличивают в 1,6 раза: $55 \cdot 1,6 = 88$ моль, тогда в нем будут кислорода $88 \cdot 0,2 = 17,6$ моль и азота $88 \cdot 0,8 = 70,4$ моль, который в реакции не участвует и полностью уходит в печной газ.

По условию задачи в реакцию вступает 60 % поступающего в печь кислорода $17,6 \cdot 0,6 = 10,56$ моль, а остальное его количество ($17,6 \cdot 0,4 = 7,04$ моль) переходит в печной газ.

Количество образовавшегося сернистого газа определяет количество вступившего в реакцию кислорода – это $(10,56 / 11) \cdot 8 = 7,68$ моль.

Таким образом, печной газ состоит (в расчете на 4 моль пирита) из 70,4 моль азота, 7,04 моль кислорода и 7,68 моль сернистого газа, а общее количество газов равно 85,12 моль.

Объёмные (молярные) доли компонентов в печном газе равны;

$$\varphi(\text{N}_2) = 70,4 / 85,12 = 0,827 = 82,7 \%, \quad \varphi(\text{O}_2) = 7,04 / 85,12 = 0,083 = 8,3 \% ,$$

$$\varphi(\text{SO}_2) = 7,68 / 85,12 = 0,090 = 9,0 \%$$

Внимание! Возможно решение задачи через объёмы газов $V = n \cdot V_m$, где V_m одинаковый для всех газов молярный объем. Очевидно, что ответ при этом не изменится!

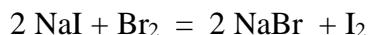
Система оценивания:

- уравнение реакции – 1 балл;
- расчет необходимого количества (объёма) воздуха и определение в нем кислорода и азота – 2 балла;
- количество (объём) кислорода и сернистого газа в печном газе – 1,5 балла;
- расчет состава печного газа – 1,5 балла.

Максимальное количество 6 баллов.

Задача № 2

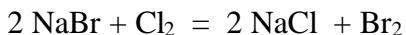
Пусть в смеси солей будет x моль бромида натрия и y моль иодида натрия. После растворения этой смеси в воде и добавлении избытка брома протекает реакция:



Весь иодид натрия переходит в такое же количество бромида натрия. При упаривании раствора и высыпывании удаляются растворитель и иод, а твердый остаток представляет собой только бромид натрия в количестве $(x + y)$ моль.

Потеря массы смеси связана с заменой более тяжелого иодид-иона на ион брома и по условию задачи $m = y \cdot M(\text{NaI}) - y \cdot M(\text{NaBr}) = 47y$

После растворения бромида натрия в воде и обработке раствора избытком хлора весь бромид натрия перейдет в такое же количество хлорида натрия:



При упаривании раствора и высушивании удаляются растворитель и бром, а твердый остаток представляет собой хлорид натрия в количестве $(x + y)$ моль. Потеря массы связана с заменой более тяжелого бромид-иона на хлорид- ион:

$$m = (x + y) \cdot M(\text{NaBr}) - (x + y) \cdot M(\text{NaCl}) = 44,5(x + y)$$

Итак, получаем систему уравнений: $m = 47y$ и $m = 44,5(x + y)$, откуда

$$y = m / 47 \text{ моль и } x = 0,0012 m \text{ моль.}$$

Массы солей в исходной смеси равны: $m(\text{NaBr}) = (0,0012m) \cdot 103 \text{ г/моль} = 0,1236 m$

$$m(\text{NaI}) = (m / 47) \cdot 150 \text{ г/моль} = 3,1915 m,$$

массовая доля $\omega(\text{NaBr}) = 0,1236 m / (0,1236 m + 3,1915 m) = 0,0373 = 3,73\%$.

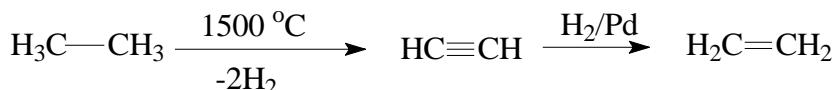
Система оценивания:

- уравнения реакций – 2 балла;
- определение качественного состава твердых остатков после реакции – $0,5 \times 2 = 1$ балл;
- установление связи между количествами веществ и потерей массы и расчет количеств солей в исходной смеси – $1,5 \times 2 = 3$ балла;
- расчет массовой доли бромида натрия – 1 балл.

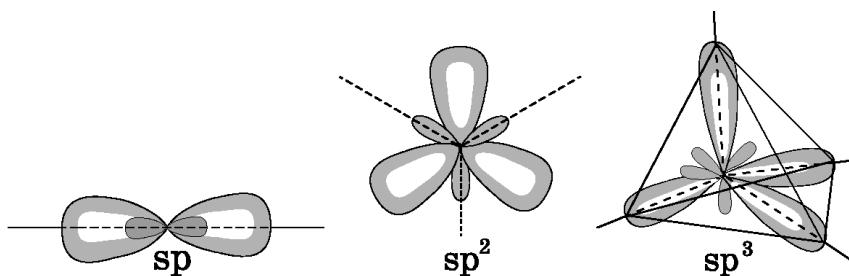
Максимальное количество 7 баллов.

Задача № 3

Вариант 1



Вариант 2



Углы

180°

120°

109°

Таким образом, вещество А – этан или метан, В – ацетилен, С – этилен или бензол.

Система оценивания:

- возможные варианты – $2 \times 2 = 4$ балла;
- рисунки гибридных орбиталей с указанием углов – 3 балла.

Максимальное количество 7 баллов.

Задача № 4

При гашении извести протекает реакция:



Пусть исходная масса оксида кальция равна m , тогда его количество $n(\text{CaO}) = (m / 56)$ моль. После добавления воды общая масса стала $1,25 m$, где на долю воды приходится масса $0,25m$ и её количество $n(\text{H}_2\text{O}) = (0,25m / 18) = (m / 72)$ моль. Видно, что $n(\text{CaO}) > n(\text{H}_2\text{O})$, вода в недостатке и конечная смесь состоит из оксида и гидроксида кальция.

По уравнению реакции $n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = (m / 72)$ моль, а масса

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = (m / 72 \text{ моль}) \cdot 74 \text{ г/моль} = 1,028 \text{ м г.}$$

Остаток оксида кальция $(m / 56 - m / 72)$ моль, а его масса

$$m_{\text{oстат}} (\text{CaO}) = (m / 56 - m / 72) \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = m - 0,778m = 0,222m \text{ г}$$

$$\text{или более просто } m_{\text{oстат}} (\text{CaO}) = 1,25 m - 1,028 m = 0,222m \text{ г}$$

Массовые доли $\omega(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,028 m / 1,25 m = 0,8224 = 82,24\%$ и $\omega(\text{CaO}) = 17,76\%$.

Система оценивания:

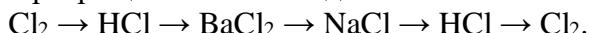
- уравнение реакции – 1 балл;
- расчет количеств оксида кальция и добавленной воды – 2 балла;
- обоснование состава конечной смеси – 1 балл;
- расчет состава смеси – 1 балл.

Максимальное количество 5 баллов.

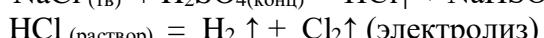
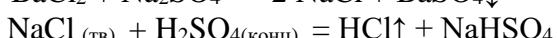
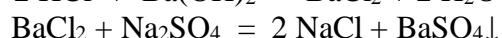
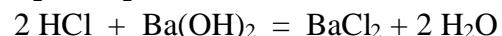
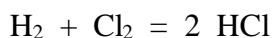
Задача № 5

По условию задачи А – простое газообразное вещество, атомы которого входят в состав остальных сложных веществ Б, В и Г. Разумные варианты H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 и среди них нужно выбрать подходящий, зная отношение молярных масс. Например, $M(A) / M(B) = 1 / 0,514$, откуда $M(B) = 0,514 M(A)$, причем в состав соединения Б должен входить один или несколько атомов элемента А. Если веществом А будет кислород, то $M(B) = 0,514 \cdot 32 = 16,448 \text{ г/моль}$ и если Б содержит один атом кислорода, то на другой элемент приходится молярная масса $(16,448 - 16) = 0,448 \text{ г/моль}$ – бессмыслица. Если веществом А будет хлор, то $M(B) = 0,514 \cdot 71 = 36,494 \text{ г/моль}$ и если Б содержит один атом хлора, то на другой элемент приходится молярная масса $(36,5 - 35,5) = 1 \text{ г/моль}$ – это атом водорода. Соединение Б – хлороводород HCl , газ. По аналогии $M(B) = 2,93 M(A) = 2,93 \cdot 71 = 208,03 \text{ г/моль}$ и если в состав соединения В входят два атома хлора, то на другой элемент приходится $(208 - 71) = 137 \text{ г/моль}$ – это барий и вещество В – хлорид бария BaCl_2 . Далее, $M(\Gamma) = 0,824 M(A) = 0,824 \cdot 71 = 58,504 \text{ г/моль}$ и веществом Г является хлорид натрия NaCl .

Таким образом, цепочка превращений имеет вид:



Химические реакции:

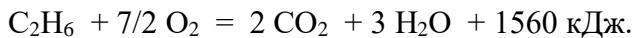
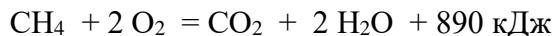


Система оценивания:

- варианты выбора вещества А – 1 балл;
- идея и методика определения вещества А и других веществ – 3 балла;
- запись цепочки превращений – 0,5 балла;
- уравнения реакций – 0,5 × 5 = 2,5 балла.

Максимальное количество 7 баллов.**Задача № 6**

Термохимические уравнения горения метана и этана:



Пусть исходная смесь состоит из x моль метана и y моль этана, тогда по условию задачи $x + y = 11,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,5 \text{ моль}$ и $890x + 1560y = 646 \text{ кДж.}$

Решая систему уравнений, легко находим: $x = 0,2 \text{ моль}$ и $y = 0,3 \text{ моль}$. При этом общее количество образовавшегося углекислого газа равно $0,2 + 2 \cdot 0,3 = 0,8 \text{ моль}$.

Весь углекислый газ поглощается раствором щелочи, в котором

$$n(\text{NaOH}) = (400 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} \cdot 0,1) / 40 \text{ г/моль} = 1,1 \text{ моль.}$$

Гидроксид натрия и углекислый газ прореагировали полностью с образованием смеси средней и кислой солей: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



Пусть образовалось a моль средней соли и b моль кислой соли, тогда на их получение пошло:

$$n_{\text{общ}}(\text{CO}_2) = a + b = 0,8 \text{ моль} \quad \text{и} \quad n_{\text{общ}}(\text{NaOH}) = 2a + b = 1,1 \text{ моль},$$

откуда $a = 0,3 \text{ моль}$ и $b = 0,5 \text{ моль.}$

Определим массу конечного раствора

$$m = m(p-p \text{ NaOH}) + m(\text{CO}_2) = 400 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} + 0,8 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 475,2 \text{ г.}$$

Массовые доли солей в растворе:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (0,3 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль}) / 475,2 \text{ г} = 0,0669 = 6,69 \%$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = (0,5 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль}) / 475,2 \text{ г} = 0,0884 = 8,84 \%$$

Система оценивания:

- уравнения реакций – 0,5 × 4 = 2 балла;
- расчет состава газовой смеси – 2 балла;
- расчет количеств углекислого газа и гидроксида натрия – 2 балла;
- расчет состава конечного раствора солей – 3 балла.

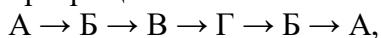
Максимальное количество 9 баллов.

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников
2025 – 2026 учебный год
Химия, 11 класс
Задания теоретического тура (40 баллов)

Уважаемые участники олимпиады! Прежде всего, внимательно ознакомьтесь с условиями всех задач и решайте их в любом порядке по мере возрастания их сложности, начиная с самой простой, на Ваш взгляд, задачи. **Желательно, но не обязательно решать все задачи. Выбирайте те, что вам по силам!** Помните, что в каждой задаче оцениваются все разумные промежуточные результаты, ведущие к правильному ее решению. Желательно, чтобы каждый этап решения и вычислительный прием имели словесное обоснование.

1 При кислотном гидролизе некоторого эфира получено 3,22 г одноосновной карбоновой кислоты и 6,58 г одноатомного спирта. Определите эфир и степень его превращения в процентах, если для реакции было взято 12,2 г эфира. (7 баллов)

2 Как осуществить следующие превращения



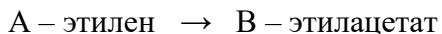
если известно, что вещества A и B – газы, V и G – твердые, A – простое, а остальные – сложные. Отношение молярных масс веществ

$$A : B : V : G = 1 : 0,514 : 2,93 : 0,824.$$

Определите вещества, запишите уравнения реакций, если известно, что в состав веществ B, V и G входят атомы элемента A. (7 баллов)

3 Предложите возможные варианты, напишите уравнения и условия протекания реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращений $A \rightarrow V \rightarrow C \rightarrow D$, где A, V и C – углеводороды. В состав всех соединений входят атомы углерода в одинаковом электронном состоянии. Соединение A – все атомы углерода находятся в sp^3 -гибридном состоянии. Соединение V – все атомы углерода находятся в sp -гибридном состоянии. Соединение C – все атомы углерода находятся в sp^2 -гибридном состоянии. Соединение D – атом углерода находится в sp -гибридном состоянии. Нарисуйте пространственное положение гибридных орбиталей и укажите величину углов между ними для указанных трех типов гибридизации. (9 баллов)

4 В качестве стартового вещества в Вашем распоряжении имеется **только** органическое соединение A. Спланируйте оптимальную схему синтеза соединения B, запишите уравнения реакций и условия их протекания. Можно использовать любые неорганические реагенты.



(4 балла)

5 В результате термического разложения смеси нитратов серебра и меди образовалась газовая смесь с плотностью по воздуху 1,4655. Определите мольные доли солей в исходной смеси. (6 баллов)

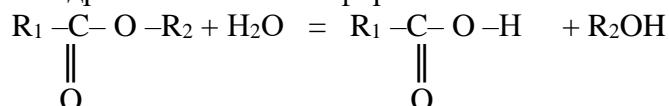
6 При сгорании некоторого количества сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$) выделилось 113,4 кДж теплоты. Определите теплоту сгорания сахарозы (в кДж / моль), если известно, что при растворении продуктов сгорания этого количества сахарозы в 85 мл раствора гидроксида натрия ($\omega = 15\%$, $\rho = 1,13 \text{ г/мл}$) образовался раствор, в котором содержание средней и кислой соли одинаково. Рассчитайте количества солей в конечном растворе.

(7 баллов)

Решения задач и система оценивания – 11 класс (2025 г)

Задача № 1

Реакция кислотного гидролиза сложного эфира



Молярная масса кислоты равна $(R_1 + 45)$ г/моль, а спирта $(R_2 + 17)$ г/моль. Согласно уравнению реакции образуются одинаковые количества кислоты и спирта, тогда

$$3,22 \text{ г} / (R_1 + 45) \text{ г/моль} = 6,58 \text{ г} / (R_2 + 17) \text{ г/моль}$$

что позволяет найти связь между молярными массами радикалов R_1 и R_2 :

$$3,22 R_2 + 54,74 = 6,58 R_1 + 296,1, \text{ откуда } R_2 = 2,04 R_1 + 74,96.$$

Далее проводим перебор возможных вариантов R_1 , которые дадут разумный вариант для R_2 . Простейший вариант для R_1 это атом водорода, тогда $R_2 = 2,04 \cdot 1 + 74,96 = 77$ г/моль, что соответствует радикалу C_6H_5 . Таким образом, в результате гидролиза сложного эфира образовались муравьиная кислота и фенол, их количества 0,07 моль.

Структурная формула сложного эфира $H - \underset{\underset{O}{\parallel}}{C} - O - C_6H_5$

– фениловый эфир муравьиной кислоты или фенилформиат, его молярная масса 122 г/моль и для реакции было взято $12,2 \text{ г} / 122 \text{ г/моль} = 0,1$ моль, а прореагировало $0,07$ моль, тогда степень превращения эфира составляет $(0,07 / 0,1) \cdot 100 \% = 70 \%$.

Система оценивания:

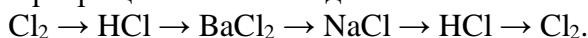
- уравнение реакции – 1 балл;
- установление связи между молярными массами радикалов – 2 балла;
- определение природы радикалов – 2 балла;
- формула эфира и его название – 1 балл;
- расчет степени превращения – 1 балл.

Максимальное количество 7 балла.

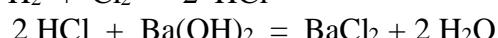
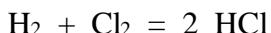
Задача № 2

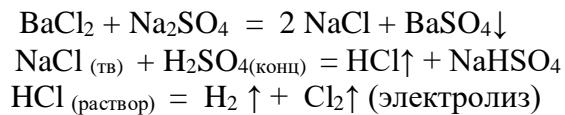
По условию задачи А – простое газообразное вещество, атомы которого входят в состав остальных сложных веществ Б, В и Г. Разумные варианты H_2 , N_2 , O_2 , F_2 , Cl_2 и среди них нужно выбрать подходящий, зная отношение молярных масс. Например, $M(A) / M(B) = 1 / 0,514$, откуда $M(B) = 0,514 M(A)$, причем в состав соединения Б должен входить один или несколько атомов элемента А. Если веществом А будет кислород, то $M(B) = 0,514 \cdot 32 = 16,448$ г/моль и если Б содержит один атом кислорода, то на другой элемент приходится молярная масса $(16,448 - 16) = 0,448$ г/моль – бессмыслица. Если веществом А будет хлор, то $M(B) = 0,514 \cdot 71 = 36,494$ г/моль и если Б содержит один атом хлора, то на другой элемент приходится молярная масса $(36,5 - 35,5) = 1$ г/моль – это атом водорода. Соединение Б – хлороводород HCl , газ. По аналогии $M(B) = 2,93 M(A) = 2,93 \cdot 71 = 208,03$ г/моль и если в состав соединения В входят два атома хлора, то на другой элемент приходится $(208 - 71) = 137$ г/моль – это барий и вещество В – хлорид бария $BaCl_2$. Далее, $M(G) = 0,824 M(A) = 0,824 \cdot 71 = 58,504$ г/моль и веществом Г является хлорид натрия $NaCl$.

Таким образом, цепочка превращений имеет вид:



Химические реакции:





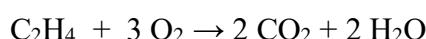
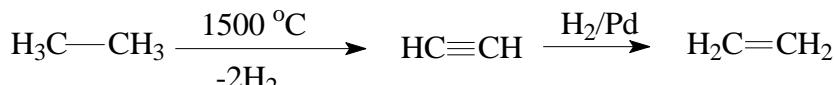
Система оценивания:

- варианты выбора вещества А – 1 балл;
- идея и методика определения вещества А и других веществ – 3 балла;
- запись цепочки превращений – 0,5 балла;
- уравнения реакций – 0,5 x 5 = 2,5 балла.

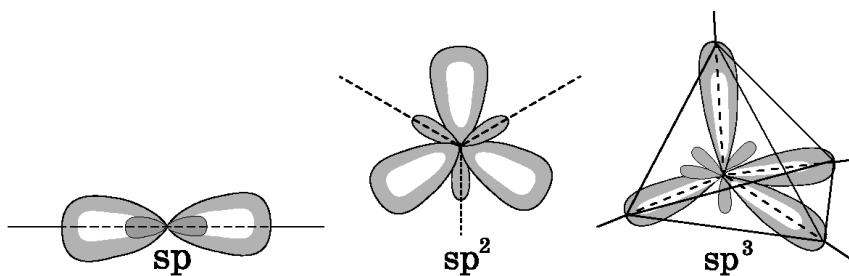
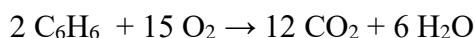
Максимальное количество 7 баллов.

Задача № 3

Вариант 1



Вариант 2



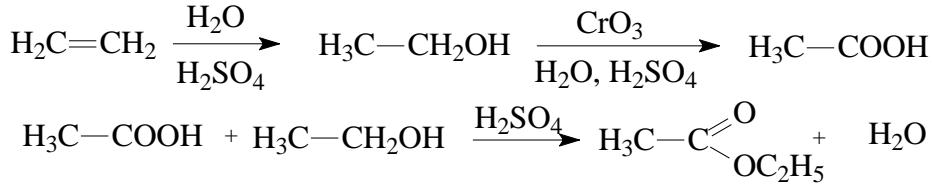
Таким образом, вещество А – этан или метан, В – ацетилен, С – этилен или бензол, Д – углекислый газ.

Система оценивания:

- возможные варианты – 2 x 3 = 6 балла;
- рисунки гибридных орбиталей с указанием углов – 3 балла.

Максимальное количество 9 баллов.

Задача № 4

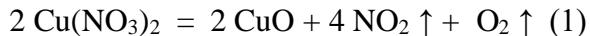


Система оценивания:

уравнения реакций с указанием условий их протекания – 4 балла.
Максимальное количество 4 балла.

Задача № 5

Реакции разложения нитратов:



Средняя молярная масса образовавшейся газовой смеси равна $29 \cdot 1,4655 = 42,5$ г/моль.
Пусть смесь состоит из x моль нитрата меди и y моль нитрата серебра, тогда количества выделившихся оксида азота и кислорода равны:

$$n(\text{NO}_2) = 2x + y \text{ и } n(\text{O}_2) = x/2 + y/2 \text{ моль,}$$

а общее количество газов $n_{\text{общ}} = (2,5x + 1,5y)$ моль.

По определению средней молярной массы газовой смеси

$$\bar{M} = M(\text{NO}_2) \cdot \phi(\text{NO}_2) + M(\text{O}_2) \cdot \phi(\text{O}_2) \text{ получаем}$$

$42,5 = [(2x + y) / (2,5x + 1,5y)] \cdot 46 \text{ г/моль} + [(0,5x + 0,5y) / (2,5x + 1,5y)] \cdot 32 \text{ г/моль,}$
откуда легко находим $x = y$.

Таким образом, мольные доли обеих солей в смеси равны 50 %.

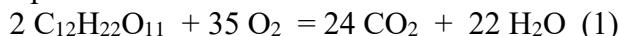
Система оценивания:

- уравнения реакций – 2 балла;
- расчет средней молярной массы газовой смеси и суммарных количеств оксида азота и кислорода – 2 балла;
- расчет связи между количествами солей в смеси и определение их мольных долей – 2 балла.

Максимальное количество 6 баллов.

Задача № 6

Реакция горения сахарозы



Пусть сгорело x моль сахарозы, тогда образовалось $12x$ моль углекислого газа, который полностью поглотился раствором щелочи с образованием средней и кислой соли:



Раствор щелочи содержал $n(\text{NaOH}) = (85 \text{ мл} \cdot 1,13 \text{ г/мл} \cdot 0,15) / 40 \text{ г/моль} = 0,36 \text{ моль}$ и весь гидроксид натрия прореагировал.

Пусть количества средней и кислой соли в конечном растворе будут по y моль, тогда согласно уравнениям (1), (2) и (3), получаем:

$$n(\text{NaOH}) = 2y + y = 0,36 \text{ и } n(\text{CO}_2) = y + y = 12x, \text{ откуда}$$
$$y = 0,12 \text{ моль и } x = 0,02 \text{ моль.}$$

Таким образом, молярная теплота сгорания сахарозы будет равна

$$113,4 \text{ кДж} / 0,02 \text{ моль} = 5670 \text{ кДж/ моль.}$$

Система оценивания:

- уравнения реакций – 3 балла;
- определение количества углекислого газа и гидроксида натрия – 2 балла;
- расчет количества сгоревшей сахарозы и её теплоты сгорания – 1 балл;
- расчет количества солей в конечном растворе – 1 балл.

Максимальное количество 7 баллов.