

Задания 9 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №9-1

Образец латуни, представляющей собой сплав меди с цинком, растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом выделилось 13,8 г газа с относительной плотностью по воздуху равной 1,586.

Второй образец такой же массы растворили при нагревании в растворе хлороводородной кислоты, при этом выделилось 2,24 л газа, измеренного при н.у.

1. *Напишите уравнения реакций, описанных в тексте*
2. *Определите содержание меди и цинка в латуни (в мас. %)*

Задача №9-2

Взрывоопасное вещество

Однажды Юный Химик нашел в лаборатории старую банку без этикетки, на которой остался только значок «взрывоопасно!». Приняв все меры предосторожности, он приступил к исследованию обнаруженного вещества.

Содержимое банки представляло собой белый кристаллический порошок – вещество **X**. При нагревании 4,90 г **X** (реакция 1) был получен кислород, кроме того, осталось 2,98 г белого кристаллического вещества **Y**. Если к **Y** прилить концентрированной серной кислоты, то выделяется газ **Z** с резким запахом (реакция 2) и вызывающий покраснение смоченной водой лакмусовой бумажки. Раствор вещества **Y** образует белый творожистый осадок при действии нитрата серебра (реакция 3), а электролиз водного раствора **Y** (реакция 4) приводит к выделению на аноде желто-зеленого газа **W**. Газ **W** в 2,45 раз тяжелее воздуха, и при его пропускании через горячий раствор гидроксида калия (реакция 5) образуется смесь веществ **X** и **Y**.



1. *Установите формулы веществ **W** – **Z**, ответ подтвердите расчетами.*
2. *Напишите уравнения реакций 1-5.*

Задача №9-3

Оксид алюминия встречается в природе в виде минерала корунда. Замещением атомов алюминия в корунде на хром образуется рубин – прозрачный красный драгоценный камень и синий сапфир, при замещении алюминия на

таллий и железо. Высокая прочность связи Al-O-Al и плотная кристаллическая структура определяет большую теплоту образования, высокую температуру плавления и высокую твердость оксида алюминия.

Экспериментально определено, что сгорание 1,5 моль алюминия сопровождается выделением 1256,25 кДж тепла.

1. *Вычислите стандартную теплоту и энтальпию образования оксида алюминия.*
2. *Вычислите какой объём воздуха (взятый при н. у.) необходим для получения из простых веществ 306 г оксида алюминия и какое количество тепла при этом выделится.*
3. *Укажите области применения оксида алюминия.*

Задача №9-4

Кристаллогидрат

Как-то раз юный химик нашел банку с полустлевшей этикеткой, на которой можно было прочесть только слово «кристаллогидрат». Внутри банки оказались красные кристаллы вещества **A** не имеющие запаха и хорошо растворимые в воде.



Юный химик взвесил 3,45 г вещества **A** и стал осторожно нагревать на плитке при температуре 150°C. При этом наблюдалось выделение водяного пара и уменьшение вещества в объеме (*реакция 1*). Через 10 минут масса вещества перестала изменяться и стала равна 1,83 г. После увеличения температуры до 350°C начал выделяться бурый газ с резким запахом (*реакция 2*). Дождавшись окончания процесса, юный химик получил 0,75 г темно-зелёного, почти черного бинарного вещества **B**, содержащего 21,33 % кислорода.

Взяв еще немного вещества **A** из банки юный химик растворил его в воде и продолжил исследования. При добавлении раствора гидроксида натрия (*реакция 3*) был получен розовый аморфный осадок. При добавлении раствора сульфида натрия к раствору **A** (*реакция 4*) выпал серый осадок. Этих данных оказалось более чем достаточно для определения точной формулы **A**.

- 1) *Определите формулы веществ **A** и **B**, ответы подтвердите расчетами.*
- 2) *Напишите уравнения реакций 1-4.*
- 3) *Рассчитайте массу вещества **A** и массу воды, которые нужно взять для приготовления 200 г раствора с массовой долей растворенного безводного вещества 9,45%.*

Задача №9-5

Адский камень

В XVIII – XIX веках процесс получения металла Г описывали следующим образом:

«Раствор адского камня (А) действовал на поташ (Б) (*реакция 1*). Получился осадок (В), который отфильтровали и прокалили (*реакция 2*). Так выделили благородный металл (Г). Этот же металл образуется и при прокаливании самого адского камня, при этом появляется лисий хвост (Д)(*реакция 3*).» Если прокалить 17 г «адского камня» образуется 10,8 г металла и смесь двух газов с плотностью по водороду 31.

Другим способом получения благородного металла Г является прокаливание с углем осадка, образующегося при действии каустика (Е) на раствор адского камня (*реакции 4 – 5*).

1. Приведите формулы веществ А – Е.
2. Напишите уравнения реакций (1) – (5).
3. Рассчитайте массу «адского камня», необходимого для получения 200 г благородного металла.

Задания 10 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №10-1

Навеску смеси кремния и цинка растворили при кипячении в концентрированном растворе гидроксида натрия, при этом выделилось 8,96 л газа (при н.у.). Растворение навески такой же массы в концентрированной хлороводородной кислоте сопровождалось выделением 0,2 г газа.

- 1. Напишите уравнения химических реакций, описанных в тексте.*
- 2. Определите содержание компонентов в смеси (в мас. %).*

Задача №10-2

Оксид алюминия встречается в природе в виде минерала корунда. Замещением атомов алюминия в корунде на хром образуется рубин – прозрачный красный драгоценный камень и синий сапфир, при замещении алюминия на таллий и железо. Высокая прочность связи Al-O-Al и плотная кристаллическая структура определяет большую теплоту образования, высокую температуру плавления и высокую твердость оксида алюминия.

Экспериментально определено, что сгорание 1,5 моль алюминия сопровождается выделением 1256,25 кДж тепла.

- 1. Вычислите стандартную теплоту и энтальпию образования оксида алюминия.*
- 2. Вычислите какой объём воздуха (взятый при н. у.) необходим для получения из простых веществ 306 г оксида алюминия и какое количество тепла при этом выделится.*
- 3. Укажите области применения оксида алюминия.*

Задача №10-3

При получении молибдена из природного минерала молибденита (содержит 40,0% серы и молибден) используется следующая технологическая схема:

1. Проводят обжиг молибденовой руды для получения оксида (33,3% кислорода).
2. Полученный оксид молибдена реагирует с раствором аммиака с образованием парамолибдата аммония – $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.
3. Полученный на второй стадии раствор подкисляют и отделяют образовавшийся осадок.

4. Термолизом полученного на 3 стадии осадка в присутствии кислорода получают оксид молибдена (33,3% кислорода).

5. Проводят восстановление оксида водородом.

1. Приведите уравнения реакций стадий 1–5.

2. Почему для получения молибдена не используют продукт, образовавшийся на стадии 1?

3. Зачем необходимо присутствие кислорода на стадии термолиза 4?

4. Почему на стадии восстановления оксида используют именно водород, а не другие восстановители (C, Al и пр.)?

5. Учитывая слоистое строение кристаллов молибденита (наподобие графита), объясните причину высокой загрязненности природного молибденита примесями.

6. Укажите основные области применения молибдена.

Задача №10-4

Через 10,21 г стирола пропустили газ, образовавшийся при взаимодействии бромида натрия с концентрированной серной кислотой. В результате получили 18,73 г реакционной массы.

1. Напишите уравнения взаимодействия бромида натрия с серной кислотой и полученного газа со стиролом

2. Определите состав реакционной массы (в мас. %) и объясните полученный результат.

Задача №10-5

Цианотипия

Цианотипия – один из альтернативных способов печати фотографий, изобретенный Д. Гершелем в 1842 году. При таком способе печати не используется дорогостоящее серебро, а фотографии получаются насыщенно синими, что привлекает фотохудожников и в настоящее время. В интернете можно найти следующий рецепт для цианотипии:

«Для получения светочувствительного раствора необходимо смешать 20% раствор вещества **А** и 12% раствор вещества **Б** в объемном соотношении 1:1. Затем смесь немедленно нанести ровным слоем на лист бумаги и высушить ее в темном месте. На полученную бумагу накладывают негатив фотографии и выдерживают около 40 минут под УФ лампой. После этого изображение промывают в течение 10 минут в проточной воде».

Освещение смеси УФ-излучением приводит к разложению вещества **А** до вещества **В** с массовой долей железа 18,07% (реакция 1), и взаимодействию полученного вещества с веществом **Б** (реакция 2) с образованием соединения **Г** (36.48% Fe), придающего фотографиям синий цвет.

Известно, что вещество **А** можно получить при смешении 2,705 г галогенида железа с массовой долей железа 20,702% с 4,98 г оксалата калия растворенного в 20 мл воды (реакция 3), а вещество **Б** (17,02% Fe), при добавлении соляной кислоты выделяет циановодород (реакция 4).

1. *Определите вещества А – Г.*
2. *Напишите уравнения реакций 1 – 4.*

Задания 11 класса

Уважаемые участники! Каждая из задач оценивается в 10 баллов.

Задача №11-1

Кристаллогидрат

Как-то раз юный химик нашел банку с полуистлевшей этикеткой, на которой можно было прочесть только слово «кристаллогидрат». Внутри банки оказались красные кристаллы вещества **A** не имеющие запаха и хорошо растворимые в воде.



Юный химик взвесил 3,45 г вещества **A** и стал осторожно нагревать на плитке при температуре 150°C. При этом наблюдалось выделение водяного пара и уменьшение вещества в объеме (*реакция 1*). Через 10 минут масса вещества перестала изменяться и стала равна 1,83 г. После увеличения температуры до 350°C начал выделяться бурый газ с резким запахом (*реакция 2*). Дождавшись окончания процесса, юный химик получил 0,75 г темно-зелёного, почти черного бинарного вещества **B**, содержащего 21,33 % кислорода.

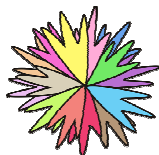
Взяв еще немного вещества **A** из банки юный химик растворил его в воде и продолжил исследования. При добавлении раствора гидроксида натрия (*реакция 3*) был получен розовый аморфный осадок. При добавлении раствора сульфида натрия к раствору **A** (*реакция 4*) выпал серый осадок. Этих данных оказалось более чем достаточно для определения точной формулы **A**.

- 1) *Определите формулы веществ **A** и **B**, ответы подтвердите расчетами.*
- 2) *Напишите уравнения реакций 1-4.*
- 3) *Рассчитайте массу вещества **A** и массу воды, которые нужно взять для приготовления 200 г раствора с массовой долей растворенного безводного вещества 9,45%.*

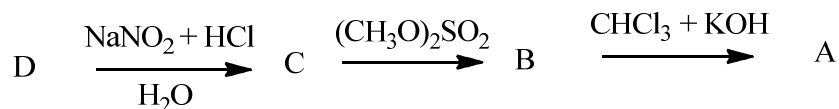
Задача №11-2

Каждый день мы встречаемся с большим количеством химических веществ. Добавлением некоторых из них можно получить необходимый аромат пищевых продуктов. Например, с помощью бутилацетата создают запах дыше-са, аллилфеноксиацетата – ананаса, а метилантранилата – винограда. Подобные вещества называют ароматизаторами.

1. *Напишите структурные формулы указанных ароматизаторов.*



Вещество А ($C_8H_8O_3$) так же используется в кулинарии в качестве ароматизатора при получении кондитерских изделий и шоколада. Впервые оно было выделено из соответствующих плодов в 1858 году. В лаборатории его можно получить по следующей схеме:

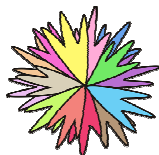


2. Определите вещества А – D назовите их, используя номенклатуру ИЮПАК, если известно, что вещество D дает фиолетовое окрашивание с раствором $FeCl_3$, а заместители находятся в орто-положении по отношению друг к другу.
3. Напишите все уравнения реакций.

Задача №11-3

Название этого элемента означает «небесно-голубой», но ни простое вещество в твердом виде, ни соединения голубыми не являются. Алюмосиликатный минерал, наиболее богатый данным элементом, также не имеет синей окраски. В чистом виде соответствующее простое вещество выделяют через последовательность стадий: вскрытие минерала соляной кислотой, осаждение хлоридом сурьмы (III) в виде комплексного соединения, последующее разложением комплекса, электролиз. Возможно также сульфатное вскрытие, в результате которого получается соль, называемая «... квасцы». Простое вещество трудно хранить, даже со льдом оно взаимодействует при $-120^\circ C$, однако это вещество находит широкое применение в связи с уникальным значением некоего свойства данного элемента.

1. Какова формула комплексного соединения, если в его составе 41,45 мас. % описываемого элемента и 25,35% сурьмы?
2. Какой это элемент?
3. Чем обусловлено название элемента?
4. Как надо осуществлять электролиз, чтобы выделить описываемое простое вещество?
5. Почему простое вещество трудно хранить?
6. Предложите формулу квасцов, образующихся при сульфатном вскрытии минерала. Какова массовая доля цезия в этом веществе?
7. Напишите реакцию взаимодействия простого вещества со льдом.
8. О какой области применения идет речь? На каком свойстве элемента оно основано?



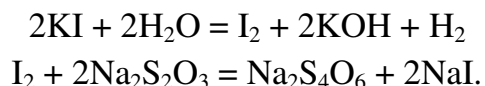
Задача №11-4

Через 10,21 г стирола пропустили газ, образовавшийся при взаимодействии бромида натрия с концентрированной серной кислотой. В результате получили 18,73 г реакционной массы.

- 1. Напишите уравнения взаимодействия бромида натрия с серной кислотой и полученного газа со стиролом*
- 2. Определите состав реакционной массы (в мас. %) и объясните полученный результат.*

Задача №11-5

Одним из способов количественного определения веществ является кулонометрическое титрование. Суть его заключается в том, что при пропускании тока через раствор анализируемого вещества происходит электролиз раствора с образованием титранта, который в свою очередь реагирует с определяемым веществом. Например, электролиз раствора KI приводит к образованию I₂, который в свою очередь реагирует с определяемым веществом – тиосульфатом натрия:



Достоинством кулонометрического титрования является то, что не нужно заранее готовить раствор титранта (он образуется сразу на электродах), при этом количество добавленного титранта, который пропорционален количеству электричества, прошедшему через раствор, можно регулировать с достаточной точностью изменяя силу тока.

- 1. Определите содержание хлорид-ионов (мг/л) в водопроводной воде, если титрантом являлись ионы серебра, получаемые из серебряного анода, а на все титрование было затрачено 19,93 минут при силе тока 500 мА. Постоянная Фарадея $F=96485$ Кл/моль.*
- 2. Напишите реакции, которые протекают на аноде и при титровании.*