

1.1.2. Задания 10 класса

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 загрязнённости природного молибденита примесями.
 6. Укажите основные области применения молибдена.

Задача №10-4

Через 10,21 г стирола пропустили газ, образовавшийся при взаимодействии бромид 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 **A** 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 **B** (17,02% Fe), при добавлении соляной кислоты выделяет циановодород (реакция 4).

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

1.2.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

Читая произведение Гете «Фауст», Николай Пробиркин наткнулся на описание некой алхимической процедуры:

*«Являлся красный лев – и был он женихом,
И в теплой жидкости они его венчали
С прекрасной лилией, и грели их огнем,
И из сосуда их в сосуд перемещали...»*

Полученное вещество (**A**) применяли как лекарство:

*«И стали мы лечить – удвоились мученья,
Больные гибли все без исключения...»*

Помогите Николаю узнать какие химические соединения зашифрованы в этом тексте, если известно, что «красный лев» (вещество **B**) является бинарным соединением одного из семи металлов древности (металл **B**). «Красный лев» при 500°C распадается на простые вещества, которые в этих условиях являются газами, плотность газовой смеси (при н.у.) составляет 9,67 кг/м³. Сам металл **B** обладает способностью растворять другие металлы. «Красного льва» можно получить из вещества **A** при действии на него едкого натра. «Прекрасную лилию» (вещество **Г**) алхимики получали действием купоросного масла на поваренную соль.

1. Определите формулы веществ (**A** - **Г**) и запишите уравнения всех реакций.
2. Как называются растворы металлов в металле **B**?
3. Рассчитайте массу «красного льва» и массу 15%-ного водного раствора «прекрасной лилии», необходимых для получения 27,15 г вещества **A**.
4. Почему лечение с помощью вещества **A** часто приводило к смерти больных?

Задача №10-2

Химический элемент **X**, о котором пойдет речь, чрезвычайно неравномерно распространен на Земле. По содержанию в литосфере он занимает 25 место (0,0046%), а в атмосфере в виде простого вещества **A** входит в тройку наиболее распространенных элементов.

Наиболее важной реакцией в технологии элемента **X** является реакция взаимодействия **A** с газообразным водородом, протекающая при высоком давлении и температуре и приводящая к образованию вещества **B** (реакция 1). Газообразное вещество **B** (82,35% **X**) проявляет преимущественно основные свойства, в то время как **B** в жидком состоянии может выступать в роли кислоты.

Окисление газообразного **B** водным раствором гипохлорита натрия в присутствии желатина приводит к образованию жидкого при комнатной температуре вещества **B**, содержащего 87,50% **X** (реакция 2). Для соединения **B** характерны восстановительные свойства, например при взаимодействии с подкисленным раствором перманганата калия **B** окисляется до **A** (реакция 3). В присутствии сильных восстановителей, например H_2SnCl_4 , вещество **B** может проявлять окислительные свойства (реакция 4).

Взаимодействие **B** с азотистой кислотой приводит к образованию вещества **Г** (97,67% **X**, реакция 5), которое проявляет выраженные кислотные свойства. В растворе **Г** медленно диспропорционирует на вещество **A** и **Д** (42,42 % **X**, реакция 6).

Вещество **Д** также можно получить взаимодействием монооксида **X** и водорода на платиновом катализаторе (реакция 7) или восстановлением высшей кислоты, образованной **X**, водородом в момент выделения (реакция 8). **Д** обладает окислительно-восстановительной двойственностью – при реакции с окислителями, например иодом в присутствии щелочи, образует оксид X_2O (реакция 9), а при действии гидроксида железа (II) восстанавливается до соединения **B** (реакция 10).

1. Укажите название элемента **X**, о соединениях которого идет речь в условии. Дайте аргументированный ответ.
2. Определите вещества **A** – **Д**.
3. Напишите уравнения реакций 1 – 10.
4. Приведите два уравнения химических реакций, иллюстрирующих кислотные и основные свойства соединения **B**.
5. Объясните как изменяются основные свойства в ряду **B** – **B** – **Д**. Аргументируйте свой ответ опираясь на знания о взаимном влиянии атомов в молекулах.

Задача №10-3

Из ацетилена получают большое количество разнообразных органических соединений – уксусную кислоту, этиловый спирт, ароматические углеводороды, мономеры для производства пластмасс и каучуков. Ниже приведена схема, описывающая получение шести кислородсодержащих изомерных соединений **I** – **VI** из ацетилена.

Известно, что вещества **A**, **B**, **Г**, **З**, **К**, **Л** – изомеры, каждый из которых содержит атом кислорода, вещества **Б**, **Ж**, **И** – изомерные алкины, а вещества **В**, **Г**, **З**, **К** – карбонильные соединения.

Существует два основных промышленных способа получения ацетилена:

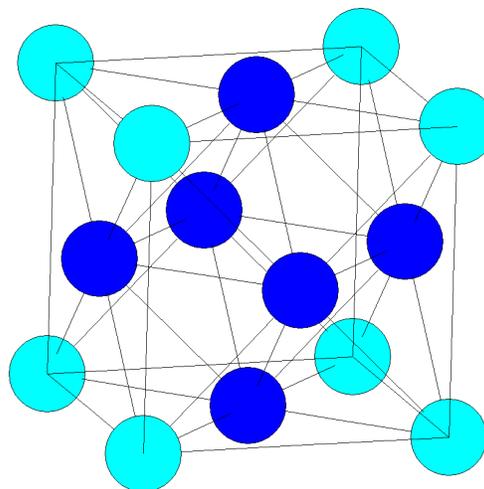
1. Высокотемпературный пиролиз метана или пропан-бутановой смеси, образующийся ацетилен загрязнен этиленом и требует выделения.
2. Чистый ацетилен без примесей получают карбидным методом, который включает стадии термического разложения известняка, получение карбида кальция и его гидролиз.

1. Напишите структурные формулы веществ **I–VI** и **A–Л**.

2. Напишите уравнения химических реакций, реализуемых при промышленном получении ацетилена из метана и известняка.

Задача №10-5

Многие металлы образуют друг с другом сплавы и интерметаллические соединения (ИМС). Сплавы представляют собой твердые растворы замещения, в их структуре атомы размещаются статистически, в структуре ИМС атомы размещены упорядоченно. Элементарная ячейка одного из ИМС меди и золота представлена на рисунке. В структуре этого ИМС атомы золота расположены в вершинах, а меди – в центрах граней кубической элементарной ячейки. Существует и сплав меди с золотом состава, аналогичного указанному ИМС. В структуре сплава атомы размещаются по таким же позициям, но неупорядоченно, т.е. нельзя сказать какой именно атом находится в вершине, а какой в центре грани элементарной ячейки.



1. *Определите формулу ИМС и сплава.*
 2. *Учитывая, что плотность сплава равна $12,2 \text{ г/см}^3$, определите кратчайшее межатомное расстояние в его структуре в ангстремах ($1 \text{ м} = 10^{10} \text{ \AA}$).*
- Навеску ИМС меди и золота растворили в царской водке. К полученному раствору прилили 30% раствор пероксида водорода, при этом образовался осадок металла.
3. *Напишите уравнения реакций растворения ИМС в царской водке и восстановления одного из металлов.*
 4. *Приведите уравнения химических реакций, позволяющих выделить второй металл из раствора полученного после отделения осадка первого металла.*

1.3.2. Задание 10 класса

Метод комплексонометрического титрования применим для определения не только катионов металлов, но и, посредством косвенного титрования, для определения анионов. Например, сульфат-ионы можно определить, используя следующую методику:

Анализируемый раствор количественно переносят из пробирки в термостойкую коническую колбу (или стакан), пробирку промывают 2-3 раза дистиллированной водой, промывные воды приливают к анализируемому раствору.

К полученному раствору добавляют 20 мл раствора BaCl_2 с концентрацией 0,2 моль/л, перемешивают и нагревают содержимое колбы (стакана) до кипения. После охлаждения образовавшуюся суспензию фильтруют, фильтрат собирают в мерную колбу на 100 мл. Осадок на фильтре промывают 2-3 раза дистиллированной водой.

Аликвоту фильтрата объемом 10 мл разбавляют дистиллированной водой до объема ~ 50 мл, добавляют 5 мл буферного раствора с $\text{pH} = 9-10$, индикатор эриохром черный Т и титруют раствором ЭДТА с концентрацией 0,025 моль/л до появления синей окраски индикатора. Титрование повторяют 2-3 раза до получения результатов отличающихся не более чем на 0,1 мл.

- 1. Используя приведенную методику, определите массу сульфат-ионов в пересчете на сульфат натрия (мг) в выданном растворе.*
- 2. Напишите уравнения химических реакций, протекающих при проведении анализа.*
- 3. Приведите структурную формулу динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и ее комплекса с катионом бария.*

17

- 4. Особенностью буферных растворов является способность сохранять постоянной кислотность среды при добавлении к раствору сильных кислот или оснований. Объясните, зачем необходимо добавление буферного раствора при титровании.*

Реактивы: 0,2 моль/л BaCl_2 , 0,025 моль/л ЭДТА, аммиачный буферный раствор ($\text{pH} = 9-10$), эриохром черный Т (1:100).

Оборудование: колба мерная на 100 мл, колбы конические для титрования, воронка для фильтрования, фильтровальная бумага, пипетка Мора на 10 мл, бюретка на 25 мл, стаканчик для заполнения бюретки, груша, электроплитка.