

Заключительный этап

9-й класс

Задача 1.

Бор очень востребован в атомной энергетике. Его сплавы и раствор борной кислоты используются для «борного» регулирования течения ядерной реакции, так как бор обладает способностью поглощать нейтроны, вызывающие цепную реакцию, и, таким образом, замедляет реакцию деления в атомном реакторе. Из чистого бора делают регулирующие стрежни, а изменяя концентрацию борной кислоты в растворе, можно плавно влиять на скорость реакции в реакторе. Также, бор применяется для защиты от нейтронного излучения. В природе элементарный бор не встречается, его получают, как правило из минералов. Одним из таких является минерал тинкал. Другое название тинкала, вероятно, известно Вам гораздо больше, кроме того, так же называют и народ в горах Мандара на северо-востоке Нигерии. Минерал тинкал в классическом варианте представляет собой кристаллогидрат естественного происхождения, содержащего 71,20 % кислорода, 5,24 % водорода, кроме того, известно, что на десять атомов водорода приходится 1 атом натрия.

Для получения бора навеску долго хранившегося тинкала массой 112,84 г нагрели при 100 °С до прекращения изменения массы. Сухой остаток 62,62 г обработали 205 г соляной кислоты. В полученном растворе после реакции была обнаружена только борная кислота и соль.

- А) Какое другое более распространённое название минерала тинкала Вам известно? Приведите уравнение описанной реакции.
- Б) Определите классическую формулу минерала тинкала.
- В) Какова была формула кристаллогидрата, который использовался для получения борной кислоты?
- Г) Определите массу полученной борной кислоты, если выход последней реакции составил 84%.
- д) Какова была молярная концентрация раствора соляной кислоты до реакции?

Задача 2.

Одно из применений вещества А в медицине – использование в качестве энтеросорбента – лекарственного средства, осуществляющего связывание веществ в ЖКТ путем адсорбции. При пропускании хлора через нагретую до 300—500 °С смесь угля и твердого оксида неизвестного элемента Х (вещество А), содержащего 53,3 % (по массе) кислорода, образуются жидкий высший хлорид этого элемента (вещество В) и СО (реакция 1), причем весь уголь полностью вступает в реакцию. При восстановлении полученного хлорида

водородом (реакция 2) образуются соответствующий элемент в виде простого вещества и хлороводород.

1. Вычислите: а) процентный состав смеси угля с оксидом; б) массу элемента, полученного из 6 кг оксида.

Реакция 3 – сгорание простого вещества, образованного элементом X, в кислороде приводит к выделению энергии, равной 910,9 кДж на 1 моль простого вещества.

Реакция 4. Сжигание 1 моль угарного газа в кислороде приводит к образованию 283 кДж энергии.

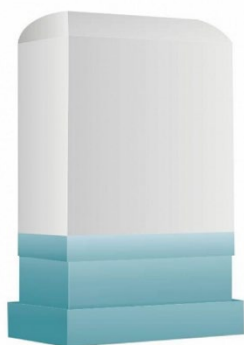
Реакция 5. Получение 1 моль хлороводорода из простых веществ приводит к выделению 92,3 кДж энергии.

Реакция 6. Растворение 1 моль хлороводорода в воде приводит к выделению 71,4 кДж энергии.

Реакция 7. Полный гидролиз 1 моль вещества В приводит к выделению 306,3 кДж энергии.

2. Напишите уравнения 1–7. Вычислите тепловой эффект реакций 1 и 2, зная, что теплота образования углекислого газа 393,5 кДж/моль, а воды 285,8 кДж/моль.

Задача 3.



Студенту первого курса ПСПбГМУ им. И. П. Павлова на занятии по химическому практикуму преподаватель выдал N-овый блок от порезов после бритья и дал указание найти его состав.

Часть блока студент отдал на рентгеноструктурный анализ, который показал, что плотность материала блока составляет $1,756 \text{ г/см}^3$, решётка кубической

сингонии с параметром ячейки 1,215 нм, в которой находится 4 структурных единицы.

Часть блока массой 10,00 г студент аккуратно нагрел до $120 \text{ }^\circ\text{C}$ (реакция 1), в результате чего навеска расплавилась (примерно при температуре $90 \text{ }^\circ\text{C}$) и через некоторое время масса твёрдого остатка составила 5,443 г (*остаток 1*). После этого студент отобрал 3 пробы из *остатка 1* по 1,000 грамму, а остаток, полученный после нагревания, прокалил при высокой ($800 \text{ }^\circ\text{C}$) температуре

(реакция 2). Масса твёрдой фазы после прокаливания составила 1,307 г (*остаток 2*).

Одну из отобранных навесок в 1,000 г студент растворил в холодном концентрированном растворе аммиака (реакция 3), при этом выпало 0,3023 г осадка. Вторую навеску в 1,000 г студент растворил в горячем концентрированном растворе аммиака (реакция 4), при этом выпало 0,2326 г осадка. Третью навеску в 1,000 г студент высыпал в раствор A_1 , при этом выпало 1,806 г осадка (реакция 5).

Одномолярный раствор A_1 можно получить растворением 61 г сухого дигидрата хлорида металла в мерной колбе на 250 мл с доведением воды до метки.

1. Определите состав блока от порезов, подтвердив его расчётами рентгеноструктурного анализа, данными нагревания, прокаливания и по массам осадков.
2. Определите состав раствора A_1 .
3. Напишите реакции 1–5.
4. Напишите название блока от порезов.

Задача 4.

Вещество **X** — противоопухолевый препарат, применяется при неоперабельных прогрессирующих формах злокачественных опухолей.

Синтез **X** можно начать с реакции двух простых веществ **A** и **B** (**A** имеет меньший радиус атома, чем **B**), которые образуют между собой более 20 бинарных соединений. Прямым синтезом **A** и **B** образуется вещество **C** — газ легче воздуха, продукт многотоннажного производства (реакция 1).

Классическим способом получения жидкости **D** является процесс, разработанный более 100 лет назад, для этого **C** вводят в реакцию с щелочным раствором гипохлорита натрия в присутствии желатина (реакция 2), она протекает в две стадии: на первой одним из продуктов реакции является гидроксид-ион и **E** ($\omega(\text{Cl}) = 68.93\%$) (реакция 3 в ионном виде), затем **E** образует **D** или путём медленной нуклеофильной атаки вещества **C** (реакция 4 в ионном виде) с последующей быстрой нейтрализацией (реакция 5 в ионном виде), или путём быстрого образования промежуточного аниона в щелочной среде (реакция 6 в ионном виде) с последующей медленной нуклеофильной атакой **C** (реакция 7 в ионном виде). Для подавления нежелательной реакции между **D** и **E** (реакция 8), катализируемой следовыми количествами ионов тяжёлых металлов используют желатин, который связывает эти ионы. В реакции 8 одним из продуктов является **B**.

При реакции **D** с кислотой **F** в соотношении 1:1 (реакция 9) образуется **X** с массовой долей кислорода 49,2 %.

1. Определите неизвестные вещества **A–F**, **X**.
2. Напишите уравнения реакций 1-9.
3. Изобразите структурную формулу ионов, составляющих **X**.
4. Напишите название **X**.

Примечание. Нуклеофильная атака — начальная стадия реакции, в которой атакующим фрагментом является нуклеофил — реагент, несущий неподелённую электронную пару (основание по Льюису).