

## ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

### Задача 10-1.

В зоне выветривания сульфидных месторождений наряду с другими вторичными минералами часто встречается ярко-синий минерал **азурит** (I), который издревле использовали в качестве синего минерального красителя. При нагревании этого минерала, растертого в порошок, выше 300 °С он приобретает чёрную окраску (II), теряя в массе 30,76 %. Выделяющиеся газы в этих условиях имели плотность по водороду 17,66. При охлаждении до комнатной температуры плотность газа по водороду составила 22, а объём уменьшился приблизительно в три раза. Если нагревать полученный чёрный порошок (II) в потоке водорода, то он приобретает розово-красный цвет и теряет в массе 20,11 % (III).

Как исходный минерал **азурит** (I), так и продукты его разложения (II) и (III) растворяются в серной кислоте, но (III) растворяется только в концентрированной серной кислоте при нагревании выше 200 °С. Количество серной кислоты, расходуемое на растворение эквимольных количеств (I) и (II) равны и вдвое меньше, чем в случае растворения (III).

### Вопросы.

1. Определите состав соединений (I), (II) и (III), приведите их формулы.
2. Напишите уравнения реакций образования (II) и (III).
3. Напишите уравнения реакций растворения (I), (II) и (III) в серной кислоте.
4. Рассчитайте массу раствора, полученного растворением 40 г **азурита** (I) в 250 г 15 %-ного раствора серной кислоты.

### Задача 10-2.

Минерал цинкит термически устойчив, при сильном прокаливании возгоняется ( $T_{\text{возг}} = 1800\text{ °C}$ ). Цинкит не реагирует с водой, не восстанавливается водородом, но растворим в кислотах, щелочах и водном растворе аммиака.

Вещество **A**, имеющее такой же состав, как и цинкит, широко используют в медицинской практике как вяжущий, подсушивающий, антисептический препарат. Исходным сырьём для получения препарата **A** является шпат. Согласно стандарту Государственной Фармакопеи (ГФ), для определения чистоты препарата **A** его предварительно растворяют либо в кислоте, например, уксусной (**реакция 1**), либо в щёлочи, например, гидроксиде натрия (**реакция 2**). К полученному по реакции 1 раствору добавляют жёлтую кровяную соль, при этом выпадает светло-жёлтый осадок двойной

соли **Б (реакция 3)**, не растворимой в кислотах, но растворимой в щелочах. Соль **Б** содержит 16,07 % Fe.

Специфической реакцией на вещество **А** служит образование зелени Ринмана, при спекании **А** с оксидом кобальта (II) (**реакция 4**).

Согласно стандарту ГФ, при испытании на чистоту препарата **А**, полученного из минерального сырья:

- а) под действием кислот на **А** не должен выделяться газ;
- б) из раствора, полученного действием избытка уксусной кислоты на **А**, при добавлении хромата калия не должен выделяться осадок вещества **В (реакция 5)**, которое применяют как жёлтую краску.

### **Вопросы.**

1. Установите состав **А**, **Б** и **В**.
2. Напишите уравнения **реакций 1–5**
3. Напишите уравнение реакции взаимодействия **А** с избытком водного раствора аммиака (**реакция 6**).
4. Какие примеси должны отсутствовать в препарате **А**?

### **Задача 10-3.**

Однажды юный химик Никита принес домой старинную монету и попытался почистить её. Сначала он решил положить её в нашатырный спирт. Так как не было подходящего сосуда, а нашатырного спирта оказалось немного, использовали рюмку. Монета не легла на дно, а образовала перегородку, разделив раствор на две части. Через некоторое время нижняя часть стала синяя, а верхняя осталась бесцветная. Тогда Никита перемешал раствор. Но через некоторое время часть раствора над монетой снова стала бесцветной, а нижняя часть осталась синей. Это произошло уже через несколько минут после перемешивания.

### **Вопросы.**

1. Все ли наблюдения юного химика были правильно описаны? Дайте обоснованный ответ.
2. Напишите уравнения химических реакций, происходящих в рюмке.
3. Напишите электронную конфигурацию атома металла в степени окисления 0. Объясните, чем объясняется высокая склонность этого металла к образованию комплексных соединений.
4. Рассчитайте, сможет ли раствориться такая монета массой 16,8 г, брошенная в закрытый сосуд, наполовину заполненный 88,726 мл раствора аммиака ( $\rho = 0,958$  г/мл,  $\omega = 10$  %)

(считать, что монета полностью покрыта оксидной пленкой  $\text{CuO}$  массой 4 г, а в стакане содержится 840 мл кислорода (н. у.))

5. Предположите, что будет происходить, если попытаться очистить такую монету разбавленным раствором соляной кислоты (опишите наблюдаемые при этом явления).

6. Предложите способы получения **всех** оксидов этого металла из его гидроксида (II).

#### Задача 10-4.

В зависимости от условий реакции одни и те же реагенты могут образовывать разные продукты и, наоборот, разные реагенты могут давать одни и те же продукты. Например, при реакции углеводорода **X** ( $\omega(\text{C}) = 85,7\%$ ) с бромистоводородной кислотой образуется преимущественно соединение **A** и лишь очень незначительное количество изомерного продукта **B**. Однако если **X** реагирует с газообразным  $\text{HBr}$  при нагревании или облучении в присутствии перекисей, основным продуктом является **B**, а соединение **A** образуется, наоборот, в очень небольшом количестве. Если **A** смешать с бензолом в отношении 1 : 1 и добавить бромид железа (III) (метод 1), поначалу образуется только соединение **C**, но если реакцию смесь выдерживать очень долгое время (метод 2), то более половины **C** превращается в изомер **D**. Смесь **C** и **D** точно такого же состава образуется при реакции бензола с **B**, проведённой по методу 2. При взаимодействии **C** с бромом при облучении образуется в основном монобромид **E**, который при обработке спиртовым раствором щёлочи превращается в единственный продукт **F**. При бромировании в тех же условиях соединения **D** образуется преимущественно монобромид **G**, который при действии спиртового раствора щёлочи даёт два продукта **H** и **I** с преобладанием последнего.

#### Вопросы.

1. Напишите структурную формулу **X**, если известно, что при обработке 8,4 г **X** подкисленным раствором перманганата калия при нагревании выделяется 4,48 л газа (в пересчете на н.у.). Напишите уравнение данной реакции.

2. Напишите структурные формулы соединений **A–I**.

Для окисления **C** и **D** 6,4 г  $\text{KMnO}_4$  растворили в 60 мл 1 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Половину полученной смеси нагрели с 0,6 г **C**, а вторую половину – с 0,6 г **D**.

3. Напишите уравнения протекающих реакции.

4. Рассчитайте, какой объём 0,5 М раствора  $\text{NaOH}$  потребуется для полной нейтрализации реакционных смесей, образовавшихся при окислении **C** и **D**, считая, что все реакции протекают количественно, а побочных продуктов не образуется.

## Задача 10-5.

### Гетерогенный катализ

При гетерогенном катализе, когда катализатор и реагенты находятся в разных агрегатных состояниях, реакция происходит на поверхности катализатора, причем её скорость, в простом приближении, прямо пропорциональна площади этой поверхности.

#### Вопросы.

1. Приведите пример реакции, протекающей в присутствии гетерогенного катализатора.
2. Для приведённой вами реакции изобразите на одном графике (качественно) энергетические кривые (зависимости энергии от координаты реакции) в присутствии катализатора и без него. На графике покажите тепловой эффект реакции и энергии активации.
3. При измельчении катализатора скорость реакции растёт. Предположим, что частицы катализатора имеют сферическую форму. Во сколько раз надо уменьшить радиус частицы, чтобы увеличить скорость реакции в  $x$  раз? Ответ подтвердите расчётом. Общий объём катализатора при измельчении не меняется.
4. Какая частица – сферическая или кубическая – имеет бóльшую площадь поверхности при равном объёме? Ответ подтвердите расчётом.

Объём шара  $V = 4/3 \pi r^3$ , площадь поверхности  $S = 4\pi r^2$ .