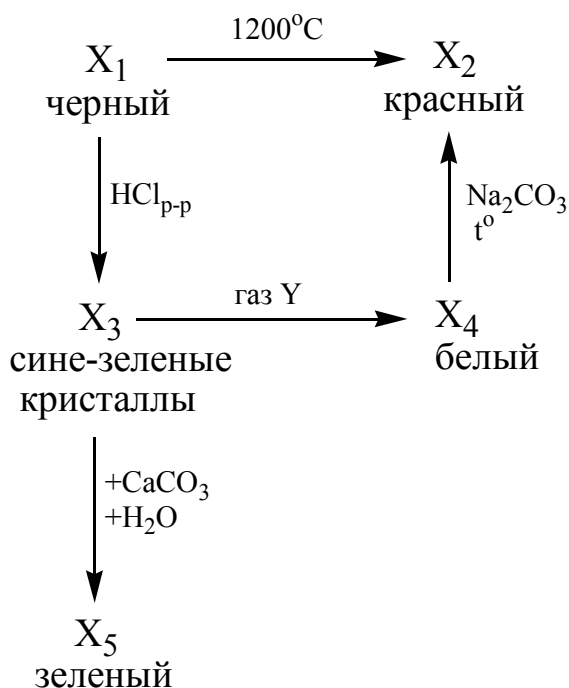


## Девятый класс

### Задача 9-1

Ниже приведена схема превращений соединений  $X_1 - X_5$  элемента  $X$ .



1. Определите состав  $X_1 - X_5$ , газа  $Y$ , если известно, что при реакции 1 г  $X_3$  с раствором нитрата серебра, подкисленного азотной кислотой, образуется 1,386 г белого осадка, а из 1 г вещества  $X_5$  – 0,594 г белого осадка. При выдерживании 1 г  $X_5$  в эксикаторе над концентрированной серной кислотой масса кислоты увеличивается на 0,112 г.  $X_5$  при действии  $\text{HCl}$  переходит в  $X_3$  без выделения газа. Также  $X_5$  не содержит кальция.
2. Напишите уравнения химических реакций, приведенных на схеме.
3. Предложите способы превращения  $X_3 \rightarrow X_2$  и  $X_2 \rightarrow X_1$

### Задача 9-2

Бесцветный газ  $X$  с плотностью при н.у. равной 1,5 г/л был пропущен через два практически бесцветных раствора 1 и 2. Оба раствора после пропускания газа стали желто-коричневыми, причем в растворе 1 образовался темно-коричневый осадок, используемый в качестве катализатора разложения бертолетовой соли. Объем газа после прохождения через растворы не изменился, однако его плотность уменьшилась. Растворы 1 и 2 при сливании дают белый осадок, не растворимый в кислотах, а фильтрат, полученный после отделения осадка, при

медленном испарении воды образует розовые кристаллы, которые при хранении в эксикаторе над фосфорным ангидридом превращаются в белый порошок. При прокаливании осадка в токе водорода его масса уменьшается в 1,38 раз.

- 1) Что представляют собой растворы 1 и 2?
- 2) Почему окраска розовых кристаллов при хранении в эксикаторе исчезает?
- 3) Что представляет собой газ **X**? Напишите уравнения реакций его взаимодействия с растворами 1 и 2
- 4) До какого крайнего значения может уменьшиться плотность газа **X** при его пропускании через растворы 1 и 2?
- 5) Как изменится окраска сульфида свинца при пропускании над ним газа **X**? Напишите уравнение реакции.

### **Задача 9-3**

#### **«Опыты с газовой смесью».**

Для проведения химических опытов с сернистым газом использовали одну из смесей сернистого газа и азота. Эту смесь последовательно пропустили над тремя оксидами разных металлов. При пропускании смеси над 23,9 г диоксида свинца образовалось 30,3 г соли **A**. Затем смесь пропустили через взвесь 8,7 г диоксида марганца в 86 мл ледяной воды, а затем нагрели до кипения, в результате чего получили только 20% водный бледно розовый раствор соли **B**. Остаток газовой смеси медленно пропустили через большой избыток  $\text{Na}_2\text{O}$ , в результате чего привес массы в твердой фазе составил 26,2 г. Объем не поглотившегося газа на выходе составил 96,1 л при н. у. Считаем, что каждая из солей **A** и **B** является единственным продуктом реакции соответствующего оксида со смесью газов.

#### **Задания**

1. Предложите два способа получения сернистого газа в лаборатории.
2. Вычислите массу газа, поглотившегося в реакции смеси с водной взвесью диоксида марганца, и массу образовавшейся соли **B**.
3. Рассчитайте мольную и массовую доли сернистого газа смеси.
4. Установите формулы солей **A** и **B**, назовите вещества и изобразите их графические формулы.
5. Напишите уравнения всех упомянутых реакций (3 уравнения).

6. При пропускании смеси сернистого газа и азота через взвесь цинковой пыли в воде, образуется соль **B** с очень близкими массовыми долями цинка, серы и кислорода. Установите ее молекулярную формулу, назовите ее и изобразите структурную формулу.

### Задача 9-4

При взаимодействии концентрированного раствора сульфата меди с насыщенным раствором цианида калия образуется бесцветный газ А (реакция 1) с резким запахом

( $t_{\text{пл.}} = -27,8^{\circ} \text{C}$ ,  $t_{\text{кип.}} = -21,2^{\circ} \text{C}$ ). При взрыве смеси газа А с избытком кислорода (реакция 2) объем не изменяется. В одном литре воды при  $30^{\circ} \text{C}$  растворяется 350 мл газа, а в одном литре спирта при  $20^{\circ} \text{C}$  – 2600 мл. Водный раствор газа А неустойчив и разлагается при хранении (реакция 3), образуя преимущественно продукт, который дает белый осадок с солями кальция (стронция, бария) (реакция 3а) и резко пахнущий газ при добавлении щелочи (реакция 3б). Помимо этого в водном растворе образуется формиат аммония ( $\text{HCOONH}_4$ ), цианистый водород, мочевины ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) и т. д.

1. Определите, состав газа А, получающегося в результате реакции 1. Напишите уравнение реакции 1. Каково геометрическое строение (структурная формула) целевого продукта реакции (рисунок)? Напишите уравнение реакции горения А (реакция 2).

2. При получении таким путем продукта А, он содержит в своем составе до 20% углекислого газа. Укажите химические поэтапные превращения, в результате которых образуется данная примесь. (Напишите уравнения реакций 4, 5).

3. Для повышения выхода целевого продукта А по окончании выделения газа А сливают жидкость с выпавшего осадка и к влажному осадку прибавляют 30%-ный раствор хлорида железа (III) из расчета 1,9 вес. ч. раствора на 2 вес. ч. взятого раствора сульфата меди (30%) (II) (реакция 6). Выделяющийся при этом газ содержит значительно меньшее количество двуокси углерода. Напишите уравнение реакции 6

4. Другим способом получения данного газа является термическое разложение солей. Какие соли могут быть использованы для этих процессов. Приведите один пример. Напишите уравнения реакций получения этих солей (уравнение 7) и их термического разложения (уравнение 8).

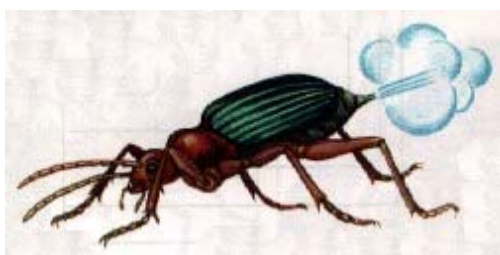
5. Напишите уравнение гидролиза (преобладающий процесс) водного раствора газа А (реакция 3) и реакции 3а и 3б.

## Задача 9–5

### Химическое оружие жука-бомбардира

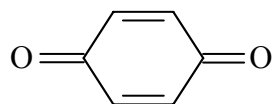
Жуки-бомбардиры из подсемейства жужелиц *Brachininae* получили название благодаря своеобразному защитному механизму. Они способны прицельно выстреливать из отверстий в задней части брюшка горячую жидкую смесь химических веществ. Температура смеси в момент выстрела достигает 100 °С, а её выброс сопровождается громким звуком.

Эти жуки обладают железами внутренней секреции, вырабатывающими смесь гидрохинонов и пероксида водорода. В момент выстрела эти реагенты поступают в реакционную камеру, где смешиваются с раствором природных катализаторов – ферментов. Под действием ферментов происходят химические реакции, в результате которых реакционная смесь разогревается до кипения и выбрасывается наружу через отверстия на кончике брюшка. Этот кончик у *Brachininae* подвижен и позволяет направлять струю жидкости на врага.

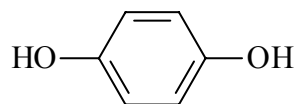
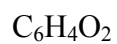


### Вопросы

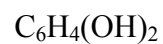
1. Запишите уравнение реакции окисления гидрохинона до хинона пероксидом водорода.
2. Рассчитайте тепловой эффект этой реакции.
3. Полагая, что единственным источником теплоты является реакция окисления гидрохинона до хинона, рассчитайте минимальную массовую долю гидрохинона в водном растворе, необходимую для разогрева раствора от 25 °С до 100 °С. Примите, что тепловой эффект реакции не зависит от температуры и что теплоёмкость раствора равна теплоёмкости воды.
4. Какая реакция, кроме реакции окисления гидрохинона до хинона, может служить дополнительным источником теплоты? Ответ подтвердите расчётом теплового эффекта этой реакции.
5. Укажите две причины, по которым смесь выстреливается из брюшка жука.

**Справочная информация**

хинон



гидрохинон



Теплоты образования воды и пероксида водорода равны 285.8 и 187.8 кДж·моль<sup>-1</sup>, а теплоты сгорания хинона и гидрохинона до углекислого газа и воды равны 2746 и 2855 кДж·моль<sup>-1</sup> соответственно. Теплоёмкость жидкой воды равна 4.18 Дж·г<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>.