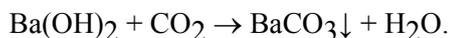
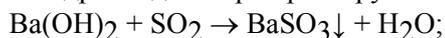


**Олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки». Химия  
Отборочный тур 2011/2012.**

**8-9 класс**

Решение  
Задание 1

С гидроксидом бария реагируют оксид серы(IV) и оксид углерода(IV):



Оксид углерода(II) не поглощается водным раствором гидроксида бария. Объем газовой смеси после пропускания через водный раствор гидроксида бария сократился в два раза. Это свидетельствует о том, что количество оксида углерода(II) в исходной газовой смеси равно сумме количеств оксида серы(IV) и оксида углерода(IV):  $n(\text{CO})=n(\text{CO}_2) + n(\text{SO}_2)$ .

Полученный осадок  $\text{BaSO}_3$  и  $\text{BaCO}_3$  массой 30,6 г обработали подкисленным раствором перманганата калия. При этом протекает следующая реакция:



К полученному после отделения осадка  $\text{BaCO}_3$  фиолетовому раствору добавили раствор пероксида водорода до полного обесцвечивания:



Найдем, какое количество перманганата калия прореагировало с сульфитом бария. Известно, что исходный раствор перманганата калия содержал 0,03 моль  $\text{KMnO}_4$ . Не прореагировавший с  $\text{BaSO}_3$  перманганат калия вступил в реакцию с 28,3 г 3%-ного раствора пероксида водорода, в котором содержалось 0,025 моль вещества пероксида водорода:

$$n(\text{H}_2\text{O}_2)=m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{H}_2\text{O}_2)/M(\text{H}_2\text{O}_2)=28,3\text{г} \cdot 0,03/34\text{г/моль}=0,025\text{моль}.$$

Из уравнения реакции видно, что с этим количеством пероксида водорода реагирует в два с половиной раза меньше, т.е.  $0,025/2,5=0,01$  моль перманганата калия. Так как общее количество перманганата калия равно 0,03 моль, то с  $\text{BaSO}_3$  прореагировало  $0,03-0,01=0,02$  моль  $\text{KMnO}_4$ . С этим количеством  $\text{KMnO}_4$  прореагировало  $0,02 \cdot 2,5=0,05$  моль или  $0,05\text{моль} \cdot 217\text{г/моль}=10,85\text{г}$   $\text{BaSO}_3$ , который образовался при растворении 0,05 моль  $\text{SO}_2$ . При пропускании исходной газовой смеси через водный раствор гидроксида бария выпало 30,55 г осадка, из них 10,85 г  $\text{BaSO}_3$  и  $30,55-10,85=19,7\text{г}$   $\text{BaCO}_3$ . Количество вещества карбоната бария равно количеству вещества поглотившегося оксида углерода(IV):  $n(\text{CO}_2)=n(\text{BaCO}_3)=19,7\text{г}/197=0,1\text{моль}$ .

Таким образом, исходная смесь содержала 0,05 моль или  $0,05 \cdot 64 \text{ г/моль} = 3,2 \text{ г}$   $\text{SO}_2$ , 0,1 моль или  $0,1 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 4,4 \text{ г}$   $\text{CO}_2$ ,  $0,05 + 0,1 = 0,15$  моль или  $0,15 \cdot 28 \text{ г/моль} = 4,2 \text{ г}$   $\text{CO}$ . По соответствующим формулам вычислим массовые доли веществ в этой смеси:

$$\omega(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{m(\text{SO}_2) + m(\text{CO}_2) + m(\text{CO})} = \frac{3,2 \text{ г}}{3,2 \text{ г} + 4,4 \text{ г} + 4,2 \text{ г}} = 0,2711 \text{ или } 27,11\%;$$

$$\omega(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{m(\text{SO}_2) + m(\text{CO}_2) + m(\text{CO})} = \frac{4,4 \text{ г}}{3,2 \text{ г} + 4,4 \text{ г} + 4,2 \text{ г}} = 0,3729 \text{ или } 37,29\%;$$

$$\omega(\text{CO}) = 1 - (0,2711 + 0,3729) = 0,356 \text{ или } 35,6\%.$$

### Задание 2

При сливании растворов  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{NaOH}$  первоначально образуется осадок:



Проведем расчет по уравнению (1).

$$n(\text{AlCl}_3) = 25 \cdot 0,08 / 133,5 = 0,015 \text{ моль};$$

$n(\text{NaOH}) = 25 \cdot 0,08 / 40 = 0,05$  моль.  $\text{AlCl}_3$  находится в недостатке. По реакции (1) расходуется  $0,015 \cdot 3 = 0,045$  моль  $\text{NaOH}$  и образуется 0,015 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Избыток  $\text{NaOH}$  в количестве  $0,05 - 0,045 = 0,005$  моль растворяет 0,005 моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$  по уравнению:



Таким образом, в осадке остается  $0,015 - 0,005 = 0,01$  моль  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . При прокаливании этого осадка в результате реакции



образуется  $0,01 / 2 = 0,005$  моль  $\text{Al}_2\text{O}_3$  массой  $0,005 \cdot 102 = 0,51 \text{ г}$ .

### Задание 3

Простейшая формула соединения может быть представлена в виде  $\text{S}_x(\text{NO}_2\text{H}_4)_y$ . Отношение стехиометрических индексов X:Y равно отношению числа молей серы  $\nu(\text{S})$  к числу молей  $\nu(\text{NO}_2\text{H}_4)$ .

$$\nu(\text{S}) = m(\text{S}) / M(\text{S}) = 0,2424 / 32 = 0,00757.$$

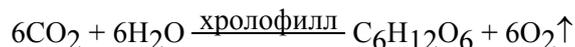
$$\nu(\text{NO}_2\text{H}_4) =$$

$$= m(\text{NO}_2\text{H}_4) / M(\text{NO}_2\text{H}_4) = (1 - 0,2424) / (14 + 2 \cdot 16 + 4 \cdot 1) = 0,015152.$$

$$\text{X:Y} = 0,00757 : 0,015152 = 1 : 2.$$

Тогда формула соли  $\text{S}(\text{NO}_2\text{H}_4)_2$  или  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

### Задание 4



Количество углекислого газа  $n(\text{CO}_2) = 50 \text{ г} / 44 \text{ (г/моль)} = 1,14$  моль. При этом выделяется  $n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2) = 1,14$  моль кислорода, объем которого при нормальных условиях равен  $V(\text{O}_2) = 1,14 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 25,46 \text{ л}$ .