

LXIX Московская олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

теоретический тур

2012/13 уч. год

9 класс

ЗАДАНИЯ

1. В качестве противогололедного реагента рекомендован к применению частично обезвоженный бишофит (минерал на основе кристаллогидрата хлорида магния), содержащий 50 % хлора по массе. Сколько моль воды приходится на один моль хлорида магния в частично обезвоженном бишофите?

2. Стехиометрическая смесь двух солей - нитрата натрия и сульфида железа(II) (FeS) - горит без доступа воздуха. Напишите уравнение реакции, если ее продуктами являются азот, оксид железа(III), сульфит натрия и сернистый газ.

Какой объем азота (н.у.) образуется при сгорании 10,0 г данной смеси?

3. К 200 г раствора гидроксида натрия с массовой долей 2,0 % приливали 6,3 %-ную азотную кислоту до тех пор, пока не получился раствор с массовой долей нитрата натрия 2 %.

Какова масса прилитого раствора азотной кислоты?

4. Для определения теплового эффекта реакции нейтрализации в калориметр, содержащий 5 л воды, поместили химический стакан, в котором смешали 245 г 15 % раствора серной кислоты и 200 г 15 % раствора едкого натра. При этом температура воды (объемом 5 л) в калориметре увеличилась на $1,6^\circ\text{C}$. Рассчитайте тепловой эффект реакции нейтрализации на 1 моль образующейся воды, если известно, что теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, и что на нагрев воды (объемом 5 л) было потрачено 80 % выделяющейся теплоты.

5. В 5 порций воды массой 95 г каждая поместили по 5 г следующих веществ: 1) $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 2) Li_2O ; 3) CuSO_4 ; 4) P_2O_5 ; 5) LiH .

Для каждого из полученных растворов укажите массовую долю (%) растворенного вещества. Приведите, если нужно, уравнения химических реакций.

6. Газ **A** может реагировать с газами **B**, **C**, **D**. В случае реакции **A** с газами **B** и **D** образуются вещества, газообразные при комнатной температуре. В случае реакции газа **A** с газом **C** образуется жидкость. Во всех трех случаях молярная масса продукта больше молярной массы **A** и меньше молярной массы второго реагента. Первая реакция (с **B**) протекает обратимо. Если продукт реакции **A+B** смешать с продуктом реакции **A+D**, образуется твердое вещество.

Напишите уравнения всех протекающих реакций, укажите условия их проведения.

ЛХІХ Московская олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

теоретический тур

2012/13 уч. год

9 класс

РЕКОМЕНДАЦИИ К РЕШЕНИЮ

1. (5 баллов)

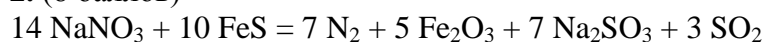
Формула частично обезвоженного бишофита $MgCl_2 \cdot xH_2O$

Молярная масса: $24,3 + 71 + 18x$. Если хлор составляет 50 %, то условная молярная масса будет $71/0,5 = 142$. В таком «моле» воды будет $18x = 142 - 71 - 24,3 = 46,7$

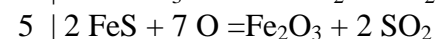
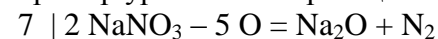
Тогда $x = 46,7/18 = 2,6$

Ответ: $x=2,6$

2. (8 баллов)



Пример уравнивания реакции горения кислородным балансом:



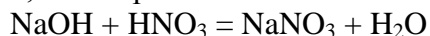
Из $14 \cdot 85 + 10 \cdot 88 = 2070$ г исходной смеси образуется $22,4 \cdot 7 = 156,8$ л азота.

Тогда из 10 г исходной смеси получится $156,8(10/2070) = 0,758$ л азота

Ответ: 0,758 л азота

3. (11 баллов)

В 200 г щелочи и в 100 г кислоты содержится соответственно 4 г NaOH и 6,3 г HNO₃ - по 0,1 моль реагента.



В 300 г нейтрального р-ра будет 0,1 моль NaNO₃ или $85 \cdot 0,1 = 8,5$ г. Массовая доля 2,83 %.

Значит, в 2%-ном растворе будет избыток щелочи либо кислоты.

Для **избытка кислоты** (лишнюю кислоту приливали, чтобы уменьшить концентрацию с 2,83% до 2%): Масса раствора (щелочи было 200 г) $8,5/0,02 = 425$ г.

Кислоты прилито $425 - 200 = 225$ г.

Для **избытка щелочи** (не долили кислоты до нейтрализации):

100 г кислоты соответствует 8,5 г соли

X г кислоты соответствует m г соли в 2%-ном р-ре

$$m = X(8,5/100)$$

$$0,02 = \frac{X(8,5/100)}{200 + X}$$

$$4 + 0,02X = 0,085X$$

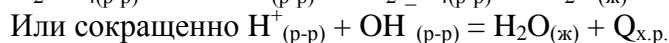
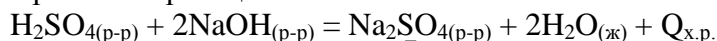
$$4 = 0,065X \quad X = 61,54 \text{ г}$$

Кислоты прилито 61,54 г

Ответ: кислоты прилили 225 г либо 61,54 г

4. (8 баллов)

Уравнение реакции:



В калориметре 5 кг воды, на ее нагрев ушло теплоты:

$$Q' = c \cdot m(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta t^\circ = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 5 \text{ кг} \cdot 1,6^\circ\text{C} = 33600 \text{ Дж} = 33,6 \text{ кДж}.$$

Вся теплота Q , выделившаяся в ходе реакции:

$$Q = Q' : 0,8 = 33,6 \text{ кДж} : 0,8 = 42 \text{ кДж}$$

Масса и количество вещества серной кислоты:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-р}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 245 \text{ г} \cdot 0,15 = 36,75 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) : M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 36,75 \text{ г} : 98 \text{ г/моль} = 0,375 \text{ моль}$$

Масса и количество вещества гидроксида натрия:

$$m(\text{NaOH}) = m_{\text{р-р}}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,15 = 30 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) : M(\text{NaOH}) = 30 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,75 \text{ моль}$$

Оба вещества прореагировали полностью, по уравнению реакции, причем было нейтрализовано 0,75 моль H^+ .

$$0,75 \text{ моль } \text{H}^+ \text{ ---- } 42 \text{ кДж}$$

$$1 \text{ моль } \text{H}^+ \text{ ---- } Q_{\text{х.р.}}$$

$$Q_{\text{х.р.}} = (1 \text{ моль} \cdot 42 \text{ кДж}) : 0,75 \text{ моль} = 56 \text{ кДж}.$$

Ответ: 56 кДж

5. (12 баллов)

1) Реакции нет. Массовая доля FeSO_4 : $100\% \cdot 5(152/278)/100 = \mathbf{2,73\%}$

2) $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2 \text{LiOH}$. Из 5 г Li_2O получится $5(48/30) = 8$ г LiOH . Массовая доля = **8%**

3) Реакции нет. Массовая доля равна **5%**

4) $\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{H}_3\text{PO}_4$. Из 5 г P_2O_5 получится $5(196/142) = 6,9$ г H_3PO_4 . Массовая доля составит **6,9%**

5) $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2$. Из 5 г LiH получится $5(24/8) = 15$ г LiOH , и масса раствора уменьшится на $2(5/8) = 1,25$ г. Массовая доля LiOH : $100\% (15/98,75) = \mathbf{15,19\%}$

6. (8 баллов)

A – H_2 , **B** – N_2 , **C** – O_2 , **D** – Cl_2

Реакции:

