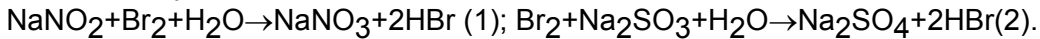


**Олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки». Химия
Финальный тур 2011/2012.**

Вариант I

8-9 класс

1. Запишем уравнения протекающих реакций:



Обозначим объем исходного раствора через V л, тогда количество нитрит-ионов в этом растворе равно $0,1V$ моль. К этому раствору прибавили $20\text{г/л} \cdot 0,05\text{л} / 160\text{г/моль} = 0,00625$ моль брома. Избыток брома прореагировал с $\omega \cdot V \cdot \rho / M = (0,1 \cdot 5,15\text{мл} \cdot 1,09\text{г/мл}) / 126\text{г/моль} = 0,004455$ моль сульфита натрия. По разности найдем, что в реакцию (1) вступило $0,00625 - 0,004455 = 0,001795$ моль брома. С этим количеством брома прореагировало столько же нитритов:
 $0,1V = 0,001795$ моль. Отсюда: $V = 0,01795\text{л} = 17,95\text{мл}$.

2. Рассчитаем массу сульфата магния в водном растворе, находящемся под колпаком. Для этого сначала вычислим массовую долю сульфата магния в насыщенном растворе:

$$\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / [m(\text{MgSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})] =$$

$$= 35,5 / (35,5 + 100) = 0,262 \text{ или } 26,2\%. \text{ В } 400\text{г} \text{ насыщенного раствора содержится:}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = \omega(\text{MgSO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,262 \cdot 400\text{г} = 104,8\text{г} \text{ сульфата магния. Во втором сосуде под колпаком}$$

находится 20г или $20 / 142 = 0,14$ моль сульфата натрия. В соответствии с химической формулой кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ на гидратацию такого количества сульфата натрия требуется

$1,4$ моль или $1,4 \cdot 18 = 25,2\text{г}$ воды. После полной гидратации сульфата натрия масса насыщенного раствора сульфата магния уменьшилась на $25,2\text{г}$ и стала равна $400 - 25,2 = 374,8\text{г}$. Избыточное количество сульфата магния выпало в осадок в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, весь сульфат

магния распределился между двумя фазами: часть перешла в твердую фазу в составе $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, а часть осталась в растворе:

$$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}). \text{ Обозначим массу выпавшего кристаллогидрата}$$

через x г, тогда зная массовую долю MgSO_4 в кристаллогидрате

$$\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= M(\text{MgSO}_4) / M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120 / 246 = 0,4878, \text{ находим массу } \text{MgSO}_4 \text{ перешедшего в твердую}$$

фазу: $m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,4878 \cdot x$. Масса раствора при этом уменьшилась до $(374,8 - x)\text{г}$. Содержание сульфата магния в этом растворе определяется его растворимостью и равно $0,262 \cdot (374,8 - x)$ г MgSO_4 . Составим уравнение баланса:

$$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,262(374,8 - x) + 0,4878x =$$

=104,8. Отсюда: $x=29,23$ г. Таким образом, после полной гидратации сульфата натрия выпало 29,23 г $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

3. Найдем количество вещества йода: $n(I_2) = m/M = 0,254г/254г/моль = 0,001$ моль. В 1л воды содержится $n(H_2O)=m/M=(1л \cdot 1000г/л)/18г/моль=55,56$ моль воды. Следовательно, на 0,001моль молекул йода приходится 55,56моль воды, а на 1 моль молекул йода – в 1000 раз больше, т.е. 55560 моль воды.

4. В качестве универсального реагента для идентификации этих труднорастворимых солей можно использовать HCl или HNO_3 .

При добавлении любой из указанных кислот к фосфату бария осадок растворится: $Ba_3(PO_4)_2 + 6HCl \rightarrow 3BaCl_2 + 2H_3PO_4$.

В случае карбоната бария осадок растворится и выделится газ:



Сульфат бария в кислотах не растворится: $BaSO_4 + HCl \rightarrow$.

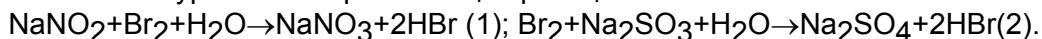
Олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки». Химия
Финальный тур 2011/2012.

Вариант II

8-9 класс

Решение

1. Запишем уравнения протекающих реакций:



Обозначим объем исходного раствора через V л, тогда количество нитрит-ионов в этом растворе равно $0,1V$ моль. К этому раствору прибавили $20\text{г/л} \cdot 0,05\text{л} / 160\text{г/моль} = 0,00625$ моль брома. Избыток брома прореагировал с $\omega \cdot V \cdot \rho / M = (0,1 \cdot 5,15\text{мл} \cdot 1,09\text{г/мл}) / 126\text{г/моль} = 0,004455$ моль сульфита натрия. По разности найдем, что в реакцию (1) вступило $0,00625 - 0,004455 = 0,001795$ моль брома. С этим количеством брома прореагировало столько же нитритов: $0,1V = 0,001795$ моль. Отсюда: $V = 0,01795\text{л} = 17,95\text{мл}$.

2. Рассчитаем массу сульфата магния в водном растворе, находящемся под колпаком. Для этого сначала вычислим массовую долю сульфата магния в насыщенном растворе:

$$\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / [m(\text{MgSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})] =$$

$$= 35,5 / (35,5 + 100) = 0,262 \text{ или } 26,2\%. \text{ В } 400\text{г} \text{ насыщенного раствора содержится:}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = \omega(\text{MgSO}_4) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,262 \cdot 400\text{г} = 104,8\text{г} \text{ сульфата магния. Во втором сосуде под колпаком}$$

находится 20г или $20 / 142 = 0,14$ моль сульфата натрия. В соответствии с химической формулой кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ на гидратацию такого количества сульфата натрия требуется

$$1,4 \text{ моль или } 1,4 \cdot 18 = 25,2\text{г} \text{ воды. После полной гидратации сульфата натрия масса насыщенного}$$

раствора сульфата магния уменьшилась на $25,2\text{г}$ и стала равна $400 - 25,2 = 374,8\text{г}$. Избыточное количество сульфата магния выпало в осадок в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, весь сульфат

магния распределился между двумя фазами: часть перешла в твердую фазу в составе $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, а часть осталась в растворе:

$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе})$. Обозначим массу выпавшего кристаллогидрата через x г, тогда зная массовую долю MgSO_4 в кристаллогидрате

$$\omega(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4) / m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= M(\text{MgSO}_4) / M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120 / 246 = 0,4878, \text{ находим массу } \text{MgSO}_4 \text{ перешедшего в твердую}$$

фазу: $m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,4878 \cdot x$. Масса раствора при этом уменьшилась до $(374,8 - x)\text{г}$. Содержание сульфата магния в этом растворе определяется его растворимостью и равно $0,262 \cdot (374,8 - x)$ г MgSO_4 . Составим уравнение баланса:

$$m(\text{MgSO}_4) = m(\text{MgSO}_4 \text{ в р-ре}) + m(\text{MgSO}_4 \text{ в тв. фазе}) = 0,262(374,8 - x) + 0,4878x =$$

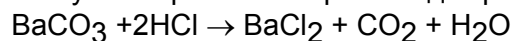
=104,8. Отсюда: $x=29,23$ г. Таким образом, после полной гидратации сульфата натрия выпало 29,23 г $MgSO_4 \cdot 7H_2O$.

3. Найдем количество вещества йода: $n(I_2) = m/M = 0,254г/254г/моль = 0,001$ моль. В 1л воды содержится $n(H_2O)=m/M=(1л \cdot 1000г/л)/18г/моль=55,56$ моль воды. Следовательно, на 0,001моль молекул йода приходится 55,56моль воды, а на 1 моль молекул йода – в 1000 раз больше, т.е. 55560 моль воды.

4. В качестве универсального реагента для идентификации этих труднорастворимых солей можно использовать HCl или HNO_3 .

При добавлении любой из указанных кислот к фосфату бария осадок растворится: $Ba_3(PO_4)_2 + 6HCl \rightarrow 3BaCl_2 + 2H_3PO_4$.

В случае карбоната бария осадок растворится и выделится газ:



Сульфат бария в кислотах не растворится: $BaSO_4 + HCl \rightarrow$.