

Решения задания теоретического тура РХО-2001 для 9 класс

№9-1-2001респ.

Составляем уравнение материального баланса по соли:

$$m \cdot 0,055 = 160 \cdot \omega_2 + (m-160) \omega_3,$$

где m - масса исходного насыщенного раствора;

ω_2 - массовая доля соли в выпаренной воде. Здесь $\omega_2 = 0$, т.е. воду формально рассматриваем как раствор, в котором массовая доля растворенного вещества равна нулю.

ω_3 - массовая доля соли в кристаллогидрате. Ее рассчитаем по формуле кристаллогидрата: $M(\text{KAl}(\text{SO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 258 + 216 = 474$ г/моль.

$$\omega_3 = 258/474 = 0,544.$$

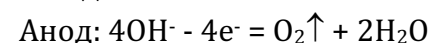
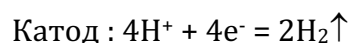
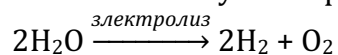
Подставляя значения, получаем уравнение: $m \cdot 0,055 = (m-160) 0,544$.

$$m \cdot 0,055 = m \cdot 0,544 - 87,04.$$

$$0,489m = 87,04; m = 178. \text{ Масса выпавшего кристаллогидрата: } 178 - 160 = 18 \text{ г.}$$

№9-2-2001респ.

Запишем схему электролиза:



При электролизе водного раствора NaNO_3 происходит электролитическое разложение воды, масса самой соли в растворе не изменяется, но уменьшается масса растворителя - воды, ионы которой разряжаются, и поэтому увеличивается концентрация растворенной соли. Решение задачи сводится к определению количества разложившейся воды и пересчету концентрации раствора.

Теперь мы должны найти количество моль кислорода:

$$n = (p \cdot V) / (R \cdot T) = 1,24 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,08 \text{ м}^3 / (8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 298 \text{ К}) = 4 \text{ моль.}$$

Следовательно, электролитическому разложению подвергли 8 моль H_2O , т.е. $8 \cdot 18 = 144$ г H_2O .

По определению массовой доли находим, что исходный раствор содержал 50 г NaNO_3 . После электролиза массовая доля соли составит:

$$w(\text{NaNO}_3) = 50 \text{ г} / (1000 - 144) \text{ г} \cdot 100\% = 5,8\%.$$

№9-3-2001респ.

Представим формулу кристаллогидрата в виде $\text{Me}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

По условию

$$\frac{2Me}{2Me + 96 + 18n} = 0,143$$

Решаем уравнение находим, что $n = 0,6667\text{Me} - 5,333$.

Очевидно, Me не может быть литием - в этом случае $n < 0$. Если Me - натрий то, $n = 10$, что соответствует глауберовой соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Если относительная масса Me больше чем у натрия, то получается слишком большое нецелочисленное значение n .

№9-42001респ.

При решении задачи не надо думать о возрасте Земли и периоде полураспада урана. Важно понять, что практически вся масса распределяется между ядрами, поэтому разность 238 -

206 = 32 представляет собой массу α -частиц, т.е. гелия, сопровождающего образование 206 массовых единиц свинца.

Если запасы ^{238}U в данный момент равны $2,5 \cdot 0,993 = 2,48$ млн т, то свинца образовалось:

1 млн т ^{238}U — 0,32 млн т ^{206}Pb

2,48 “ “ “ — x “ “ “

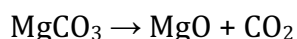
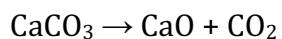
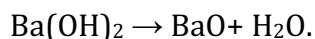
x = 0,8 млн т, а гелия - соответственно 0,12 млн т.

№9-5-2001респ.

В смеси содержится x молей $\text{Ba}(\text{OH})_2$, y молей CaCO_3 и z молей MgCO_3 . Масса исходной смеси:

$$171x + 100y + 84z = 3,05 \text{ г.} \quad (1)$$

При прокаливании смеси происходит разложение гидроксида и карбонатов:



После прокаливании смесь содержит x молей BaO , y молей CaO и z молей MgO . Масса смеси оксидов:

$$153x + 56y + 40z = 2,21 \text{ г} \quad (2)$$

Увеличение трубки гидроксида калия происходит только за счет поглощения CO_2 , так как свыше 100°C вода испаряется. Тогда

$$44(y+z) = 0,66 \text{ г} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3) получаем

$$x = 0,01 \text{ моль}$$

$$y = 0,005 \text{ моль}$$

$$z = 0,01 \text{ моль}$$

следовательно массы исходных веществ равны

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171 \cdot 0,01 = 1,71 \text{ г} (56,07\%)$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,005 = 0,5 \text{ г} (16,39\%)$$

$$m(\text{MgCO}_3) = 84 \cdot 0,01 = 0,84 \text{ г} (27,54\%)$$

№9-6-2001респ.

Выделение CO_2 соответствует о наличие гидрокарбоната в растворе (карбонат в водной среде не разлагается). Тогда вещество Б скорее всего карбонат щелочного металла так как карбонаты других металлов мало растворимы в воде и после нагревания выделился бы осадок. прокаливанию Б приводит к уменьшению массы, но карбонаты щелочных металлов разлагаются при очень высоких температурах. Тогда скорее всего Б является кристаллогидратом, который теряет воду при нагревании, а остаток после прокаливанию скорее всего является карбонатом.



$$n(\text{CO}_2) = 0,448 / 22,4 = 0,02 \text{ моль}$$

$$\frac{3,6}{2\text{Me} + 60} = 0,02$$

Решая уравнение получаем $\text{Me} = 23$ г/моль что соответствует натрию.

Тогда Б $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{5,72}{106 + 18n} = 0,02$$

Откуда получаем $n = 10$ ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)

Процентная концентрация NaHCO_3 в растворе была равна:

$$w(\text{NaHCO}_3) = \frac{0,04 \cdot 84}{100} \cdot 100 = 3,36$$

Процентная концентрация Na_2CO_3 до упаривания раствора равна:

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,02 \cdot 106}{100 - 0,02 \cdot 44} \cdot 100 = 2,14\%$$

А- NaHCO_3

Б- $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

№9-7-2001респ.

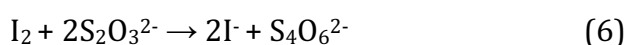
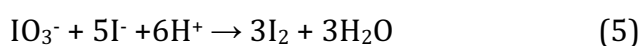
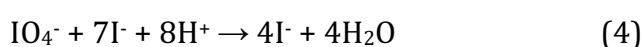
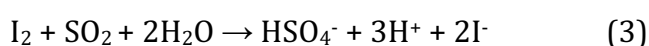
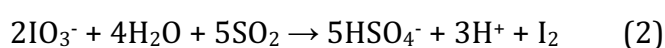
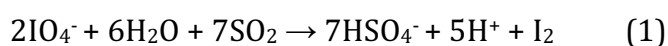
В состав исходного вещества X входят натрий (желтое окрашивание пламени горелки, опыт а) и иод (образование желтой соли серебра, выпадающей в осадок в азотнокислом растворе и растворимой лишь в присутствии сильных комплексообразователей - ионов CN^- или $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, опыт а). Однако вещество X не может быть NaI , так как при действии сернистой кислоты это соединение не способно выделять иод (темно-коричневое окрашивание в опыте б).

Вероятно, в состав вещества X входит кислород.

Описанные в пунктах б) и г) превращения подтверждают, что вещество X является солью кислородсодержащей кислоты, причем в анион этой кислоты входит иод. Следовательно, можно предположить, что вещество X — это соль NaIO_x . Как диоксид серы, так и иодиды окисляются солями NaIO_x , при этом в обоих случаях выделяется свободный иод I_2 (либо образуется раствор, содержащий комплексный нон $[\text{I} \cdot n\text{I}_2]$). Окраска иода исчезает при действии восстановителей (SO_2 или $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

По условию задачи водный раствор вещества А имеет нейтральную реакцию, значит, соль NaIO_x , образована сильной кислотой. Такой кислотой может быть йодноватая или йодная кислота, и соответственно вещество X может иметь формулу NaIO_3 (молярная масса $M = 197,90$ г/моль) или NaIO_4 ($M=213,90$ г/моль).

Для этих солей с указанными реагентами возможны следующие реакции:



По результатам опыта д) количество $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, пошедшее на титрование выделенного иода, равно

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = cV = 0,1 \cdot 0,0374 = 3,74 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Если исходное вещество — соль NaIO_3 , то ее количество; взятое для титрования, и эквивалентное количество $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в соответствии с уравнениями (5) и (6) должны составить:

$$n_1(\text{NaIO}_3) = \frac{m(\text{NaIO}_3)}{M(\text{NaIO}_3)} = \frac{0,1000}{197,90} = 5,053 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n_2(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 6 \cdot 5,053 \cdot 10^{-4} = 3,032 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Поскольку $n_1 \neq n_2$, значит, соль X не может иметь формулу NaIO_3 .

Если исходное вещество - соль NaIO_4 , то аналогичные расчеты с учетом стехиометрии уравнений (4) и (6) приводят к следующим результатам:

$$n_1(\text{NaIO}_4) = \frac{m(\text{NaIO}_4)}{M(\text{NaIO}_4)} = \frac{0,1000}{213,90} = 4,675 \cdot 10^{-4} \text{ моль}$$

$$n_3(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 8 \cdot 4,675 \cdot 10^{-4} = 3,74 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Количество вещества n_3 совпадает с количеством $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, рассчитанным по результатам титрования. Следовательно, вещество X — периодат натрия NaIO_4 .