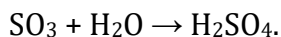


№9-1-2001 обл. Решение

Олеум – это раствор SO_3 в 100%-ной H_2SO_4 . Процесс получения олеума разобьем на две стадии. Сначала найдем, сколько надо добавить SO_3 , чтобы 91%-ная серная кислота превратилась в 100%-ную.



В исходной серной кислоте содержалось $100 \cdot 0,09 = 9$ г H_2O , что составляет $9/18=0,5$ моль. Для реакции с таким количеством воды необходимо 0,5 моль SO_3 (массой $0,5 \cdot 80=40$ г); при этом образуется 0,5 моль H_2SO_4 . (массой $0,5 \cdot 98=49$ г). Общая масса 100%-ной серной кислоты после добавления 40 г SO_3 станет равным $91+49=140$ г.

Для получения 30%-ного раствора SO_3 в серной кислоте к 140 г H_2SO_4 надо добавить x г SO_3 , тогда масса олеума станет равна $140+x$, а массовая доля SO_3 составит

$$\omega(\text{SO}_3) = x/(140+x) = 0,3, \text{ отсюда } x=60 \text{ г.}$$

Общая масса добавленного SO_3 равна $40+60=100$ г.

Ответ: 100 г SO_3 .

$$\omega(\text{O}_2) = v(\text{O}_2) / v_2 \cdot 100\% = 0,6x / 1,6x \cdot 100\% = 37,5\%$$

$$\omega(\text{SO}_3) = v(\text{SO}_3) / v_2 \cdot 100\% = 0,8x / 1,6x \cdot 100\% = 50,0\%$$

Ответ: 12,5% SO_2 ; 37,5% O_2 ; 50,0% SO_3 .

№9-2-2001 обл. Решение

По условию, в исходной смеси содержалось равное количество SO_2 и O_2 :

$$v(\text{SO}_2) = v(\text{O}_2) = x, \text{ общее число молей } v_1 = 2x.$$

Реакция образования SO_3 из SO_2 и O_2 – обратимая:

$$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3.$$

Пусть в реакцию вступило y моль O_2 , тогда израсходовано $2y$ моль SO_2 , и образовалось $2y$ моль SO_3 . В полученной смеси содержится: $v(\text{SO}_2) = x-2y$, $v(\text{O}_2) = x-y$, $v(\text{SO}_3) = 2y$; общее число молей $v_2 = (x-2y) + (x-y) + 2y = 2x-y$.

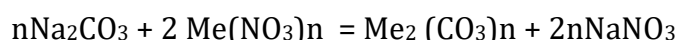
Реакция проводится в замкнутом сосуде, поэтому давление в сосуде при постоянной температуре прямо пропорционально общему количеству газов:

$p_2/p_1 = 0,8$ (по усл.) $= v_2/v_1 = (2x-y)/2x$, отсюда $y = 0,4x$. Объемные доли газов в конечной смеси равны их мольным долям:

$$\omega(\text{SO}_2) = v(\text{SO}_2) / v_2 \cdot 100\% = 0,2x / 1,6x \cdot 100\% = 12,5\%$$

№9-3-2001 обл. Решение

$$1,60 \text{ г} \qquad \qquad \qquad 1,51 \text{ г}$$



$$106 \text{ г/моль} \qquad \qquad \qquad (2x+60n)$$

Молярную массу атомов металла обозначив через x , составим пропорцию по уравнению химической реакции:

$$106n \text{ ————— } 2x+60n$$

$$1,60 \text{ ————— } 1,51$$

$$(2x+60n)1,60 = 1,51 \cdot 106n \quad \text{Отсюда: } x = 20,02n$$

Поскольку n выражает валентность металла, он принимает значения ряда целых чисел.

При $n=1$, $x = 20,02$ г/моль, такого металла нет.

При $n=2$, $x = 40,04$ г/моль, это -кальций.

При $n=3$, $x = 60,06$ г/моль, такого металла нет.

При $n=4$, $x = 80,08$ г/моль.

Таким образом, Формула соли $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

№9-4-2001 обл. Решение

Так как масса раствора соли неизвестна, обозначим ее через x г. Массовая доля соли в насыщенном растворе равна: $\omega = 26 / (100+26) = 26/126 = 0,2063$ или 20,63%. После выпаривания 20 г воды,

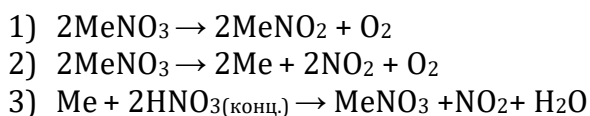
осталось $(x-20)$ г раствора, из которого выпал 8 г кристаллогидрата и осталось $(x-28)$ г насыщенного раствора с массовой долей растворенного вещества, как в первоначальном, т.е. $\omega = 0,2063$. При выпаривании воды масса соли не изменилась. Используя это обстоятельство составляем уравнение материального баланса по массе соли.

$$0,2063x = (x-28)0,2063 + 8\omega \quad 8\omega = 28 \cdot 0,2063 ; \text{Отсюда : } \omega = 0,722 \text{ или } 72,2\%.$$

№9-5-2001 обл. Решение Приближенно будем считать, что 3,7 составляют $1/4$ от скорости распада ^{14}C в 1 г углерода свежесрубленного дерева (она равна 16). Поскольку содержание ^{14}C в растущем дереве и в тканях животных (в расчете на 1 г углерода) одинаково, с момента гибели мамонта прошло примерно два периода полураспада, т.е. 11460 лет.

Расчет по точной формуле даст после логарифмирования $\ln(v_0/v) = (t/t_s)\ln 2$, откуда $t = \ln(v_0/v) / (t_s \ln 2) \approx 12100$ лет.

№9-6-2001 обл. Решение Запишем уравнения реакций:



Рассчитаем количество вещества NO_2 (n_3) в реакции 3), Me_v (n_4) и соответствующего нитрата (n_2):
 $n_3 = 4,48/22,4 = 0,2$ моль; $n_2 = n_4 = n_3 = 0,2$ моль

Рассчитаем молярную массу этого нитрата и выведем его формулу: $M = m/n_2 = 34/0,2 = 170$ г/моль;
 $A_r(\text{Me}_v) = 170 - 62 = 108$ г/моль, что соответствует Ag; соль AgNO_3 :



$n(\text{NO}_2) = n(\text{AgNO}_3) = 0,2$ моль; $n(\text{O}_2) = 1/2 \cdot n(\text{AgNO}_3) = 0,1$ моль;

$$\Sigma n = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ моль}$$

Рассчитаем количество вещества газов, выделившихся при прокаливании нитратов (n_5), количество вещества кислорода в реакции 1) (n_6) и нитрата металла в реакции 1) (n_1):

$$(n_5) = 8,96/22,4 = 0,4 \text{ моль; } n_6 = n_5 - \Sigma n = 0,1 \text{ моль; } n_1 = 2 n_6 = 0,2 \text{ моль}$$

Рассчитаем молярную массу этого нитрата и его формулу:

$$M = m/n_1 = 20,2/0,2 = 101 \text{ г/моль; } A_r(\text{Me}) = 101 - 62 = 39 \text{ г/моль, что соответствует K; соль } \text{KNO}_3.$$

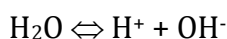
Ответ: AgNO_3 и KNO_3 .

№9-7-2001 обл. Решение

При растворении в воде соли диссоциируют:

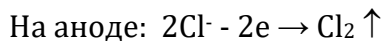


В незначительной степени диссоциируют также молекулы воды:



Во время электролиза происходят следующие процессы:

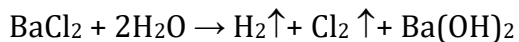




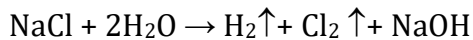
В ванне будут собираться $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и NaOH .

Процессы, происходящие в ванне, можно выразить следующими уравнениями:

электролиз

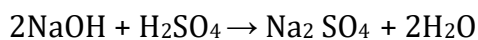
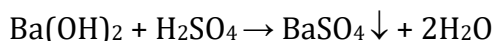


электролиз



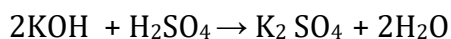
Количество добавленной серной кислоты : $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 0,6 \text{ моль/л} = 0,6 \text{ моль}$.

При этом протекают следующие реакции:



Избыток H_2SO_4 нейтрализуется раствором KOH по уравнению:

$$0,04 \text{ моль} \quad 0,02 \text{ моль}$$



Количество KOH , ушедшее на нейтрализацию: $\nu(\text{KOH}) = 0,032 \text{ л} \cdot 1,25 \text{ моль/л} = 0,04 \text{ моль}$.

Используя данные из условию задачи, составляем систему уравнений:

$$208x + 58,5y = 7,22$$

$$2x + y = 0,08$$

Отсюда: $x = 0,02 \text{ моль}$ ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), $y = 0,04 \text{ моль}$ (NaCl).

Их массы соответственно равны: $m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,02 \text{ моль} \cdot 244 \text{ г/моль} = 4,88 \text{ г}$.

$$m(\text{NaCl}) = 0,04 \text{ моль} \cdot 58,5 \text{ г/моль} = 2,34 \text{ г}$$

$$\omega(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 4,88 / 7,22 = 0,68 \text{ или } 68\%;$$

$$\omega(\text{NaCl}) = 2,34 \text{ г} / 7,22 \text{ г} = 0,32 \text{ или } 32\%.$$

Общий объем хлора, выделенного на электродах, равен:

$$\Sigma \nu(\text{Cl}_2) = 0,02 \text{ моль} + 0,02 \text{ моль} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\text{Его объем: } V(\text{Cl}_2) = 0,04 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 0,896 \text{ л}$$