

10 класс

10.1. В 5,6 л (н.у.) неизвестного газа, являющегося простым веществом, содержится суммарно $4,815 \cdot 10^{24}$ протонов и электронов. Определите газ и приведите электронную конфигурацию его атома. Укажите квантовые числа для формирующего электрона атома этого элемента.

Решение:

Определим число молей газа:

$$v(\text{газа}) = V / V_m = 5,6 / 22,4 = 0,25 \text{ моль.}$$

Определим число молей протонов в найденном количестве газа:

так как в молекуле вещества число протонов равно числу электронов, то в 0,25 моль газа содержится $4,815 \cdot 10^{24} / 2 = 2,4 \cdot 10^{24}$ протонов.

Определим число протонов в 1 моле газа:

$$\text{в одном моле неизвестного газа содержится } 2,4 \cdot 10^{24} / 0,25 = 9,6 \cdot 10^{24} \text{ протонов.}$$

Напишем выражение определения числа протонов в 1 моле газа:

1 моль любого вещества содержит $6,02 \cdot 10^{23} \cdot n$ протонов, где n – число протонов в одной молекуле.

Составим уравнение для определения числа протонов в газе:

$$6,02 \cdot 10^{23} \cdot n = 9,6 \cdot 10^{24}$$

Теперь можем определить газ:

$$n = 15,9 = 16 - \text{это кислород.}$$

Напишем электронную конфигурацию для атома кислорода: $1s^2 2s^2 2p^4$.

Определим квантовые числа для формирующего электрона атома кислорода:

$$n=2$$

$$l=1$$

$$m_l=-1$$

$$m_s=+1/2$$

10.2. Количество вещества метана в сосуде для проведения химических реакций равно 7 моль. В сосуд ввели избыток кислорода и смесь взорвали. Опытным путем было установлено, что через 5 с количество вещества метана уменьшилось в 2 раза. Найдите скорость данной химической реакции, если известно, что объем сосуда равен 20 л.

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Запишем выражение скорости:

$$V = \frac{\Delta C}{\Delta t}.$$

Определим концентрацию метана:

$$C = (n_2 - n_1) / V = 7 - 3,5 / 20 = 0,175 \text{ моль/л.}$$

Определим скорость реакции:

$$V_{\text{реакции}} = \Delta C / \Delta t = 0,175 / 5 = 0,035 \text{ моль/л сек}$$

10.3. Раствор соляной кислоты объемом 1,8 мл (плотность 1,18 г/мл) с массовой долей вещества 36% разбавили водой до 1 л. Найти pH полученного раствора.

Решение:

Вычислим массу 1,8 мл 36-процентного раствора соляной кислоты:

$$m = \rho * V \\ m = 1,18 * 1,8 = 2,124 \text{ г}$$

Вычислим массу чистой соляной кислоты:

$$\omega = \frac{m_{\text{раств.в-ва}} \cdot 100\%}{m_{\text{п-па}}}, \\ m_{\text{раств.в-ва}} = \omega \cdot m_{\text{п-па}}, \\ m_{\text{раств.в-ва}} = 0,36 \cdot 2,124 = 0,765 \text{ г.}$$

Рассчитаем количество соляной кислоты в растворе:

$$n = m/M \\ n = 0,765 / 36,5 = 0,021 \text{ моль}$$

Найдем концентрацию кислоты:

учитывая, что объем в котором растворили кислоту, – 1 л, найдем концентрацию:

$$C = n/V = 0,021 / 1 = 0,021 \text{ моль/л}$$

Найдем концентрацию ионов водорода с учетом, что соляная кислота – сильный электролит:

при диссоциации 1 моль HCl образуется 1 моль H⁺, тогда при диссоциации 0,021 моль HCl образуется 0,021 моль H⁺, следовательно, концентрация H⁺ – 0,021 моль/л.

Теперь вычислим pH раствора:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 0,021 = 1,678.$$

10.4. После завершения электролиза водного раствора сульфата двухвалентного металла на катоде выделилось 1,920 г металла. При растворении этой массы металла в концентрированной серной кислоте образовалось 672 мл диоксида серы (н.у.) Определите, сульфат какого металла подвергли электролизу, и вычислите его массу в исходном растворе. Составьте уравнения электродных процессов при электролизе.

Решение:

Определим количество SO_2 :

$$v = V / V_M = 0,672 / 22,4 = 0,03 \text{ моль.}$$

Найдем число молей металла и его молекулярную массу:

$$v(\text{Me}) = v(\text{SO}_2) = 0,03 \text{ моль}$$

$$v = m / \mu, \quad \mu = m / v = 1,920 / 0,03 = 64 \text{ г/моль.}$$

Исходный металл – медь.

Электролизу подвергали сульфат меди.

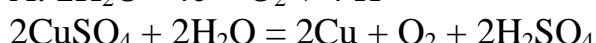
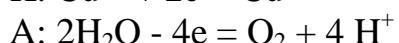
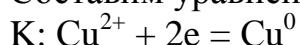
Вычислим массу сульфата меди в исходном растворе:

$$v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Cu}) = 0,03$$

$$m(\text{CuSO}_4) = v * \mu, \quad \mu(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 * 0,03 = 4,8 \text{ г}$$

Составим уравнения электродных процессов:



10.5. Медь растворили в 55%-ной азотной кислоте, её массовая доля сократилась до 47%. Затем в полученном растворе растворили серебро, и массовая доля кислоты понизилась до 41%. Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе.

Решение:

Выразим массу раствора после реакции:

$$m(\text{p-pa}) = 100 + 64x - 0,67x \cdot 30 = 100 + 43,9x$$

Выразим массу азотной кислоты:
 $m(\text{HNO}_3) = 55 - 2,67x \cdot 63 = 55 - 168,21x$

Определим число молей меди:
 $\omega = (55 - 168,21x) / (100 + 43,9x) = 0,47$
 $x = 0,042$ моль

Рассчитаем массу раствора, нитрата меди и оставшейся азотной кислоты:
 $m(p\text{-pa}) = 100 + 43,9 \cdot 0,042 = 101,48$ г
 $m(\text{HNO}_3) = 55 - 168,21 \cdot 0,042 = 47,94$ г
 $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \cdot 0,042 = 7,90$ г

Обозначим число молей серебра за y , тогда число молей HNO_3 и NO будет равно:



Выразим массу раствора после реакции:
 $m(p\text{-pa}) = 101,84 + 108y - 0,33y \cdot 30 = 101,84 + 98,1y$

Выразим массу азотной кислоты:
 $m(\text{HNO}_3) = 47,94 - 1,33y \cdot 63 = 47,94 - 83,79y$

Определим число молей серебра:
 $\omega = (47,94 - 83,79y) / (101,84 + 98,1y)$
 $y = 0,05$ моль

Рассчитаем массу раствора, массу нитрата серебра:
 $m(p\text{-pa}) = 101,84 + 98,1 \cdot 0,05 = 106,75$ г
 $m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0,05 = 8,5$ г

Вычислим массовые доли веществ в полученном растворе:
 $\omega = 8,5 / 106,75 = 0,08$ или 8%
 $\omega = 7,9 / 106,75 = 0,074$ или 7,4%