

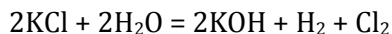
Задачи на электролиз в формате №34 ЕГЭ

- 1) При электролизе 240 г 14,9%-го раствора хлорида калия на аноде выделилось 4,48 л (н. у.) газа. Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.
- 2) Электролиз 250 г 16,38%-го раствора хлорида натрия продолжали до тех пор, пока на катоде не выделилось 5,6 л (н. у.) газа. К раствору, полученному после электролиза, прилили избыток раствора нитрата серебра. Вычислите массовые доли веществ в образовавшемся при этом осадке.
- 3) Раствор сульфата меди массой 96 г с содержанием соли 10% подвергли полному электролизу. Через образовавшийся после этого раствор пропустили 1344 мл (н.у.) аммиака. Вычислите массовую долю соли в полученном растворе.
- 4) Через раствор хлорида железа (II) пропустили хлор, выделившийся при полном электролизе 34 г 5%-го раствора хлорида лития. Хлор прореагировал полностью и образовался раствор, содержащий 13% по массе единственной соли. Вычислите массовую долю хлорида железа (II) в исходном растворе.
- 5) 15%-ный раствор сульфида калия массой 88 г продолжали до тех пор, пока на катоде не выделилось 3,36 л (н.у.) газа. Полученный после электролиза раствор разбавили 50 г воды, а затем пропустили 10,56 г углекислого газа. Вычислите массовую долю соли в итоговом растворе.
- 6) Раствор бромида натрия массой 42 г подвергали электролизу до тех пор, пока на аноде не перестал выделяться бром. К полученному раствору прилили 130 г 8%-го раствора сульфата меди (II), при этом выпал осадок массой 5,88 г. Вычислите массовые доли веществ в конечном растворе.
- 7) При частичном электролизе 300 г раствора нитрата меди (II) получен раствор массой 288 г, содержащий 4,5% нитрата меди (II). Вычислите массовую долю нитрата меди (II) в исходном растворе.
- 8) *К раствору, полученному после электролиза 120 г 3,9%-го раствора сульфида натрия, добавили 2,87 г цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Определите, сколько грамм 10%-ой соляной кислоты нужно прилить к образовавшемуся раствору, чтобы выпала максимально возможная масса осадка.

Примечание: во всех задачах считать, что молярная масса меди равна 64 г/моль. Понятие «полный электролиз» подразумевает, что электроды вынимают в тот момент, когда заканчивается соль.

Решение**Задача 1.**

Запишем уравнение реакции:



$$m(\text{KCl}) = 240 \cdot 0,149 = 35,76 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl}) = 35,76 : 74,5 = 0,48 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,48 : 2 = 0,24 \text{ моль}$$

Если бы хлорид калия полностью подвергся электролизу, то количество выделившегося хлора составило бы $0,48 : 2 = 0,24$ моль. По условию $n(\text{Cl}_2) = 0,2$ моль, то есть прореагировал не весь хлорид калия. Расчет по уравнению ведем по хлору.

$$n(\text{KOH}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$n(\text{KCl}_{\text{разл.}}) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl}_{\text{ост.}}) = 0,48 - 0,4 = 0,08 \text{ моль}$$

$$m(\text{KCl}_{\text{ост.}}) = 0,08 \cdot 74,5 = 5,96 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{KCl}) - m(\text{Cl}_2) - m(\text{H}_2) = 240 - 0,2 \cdot 71 - 0,2 \cdot 2 = 225,4 \text{ г}$$

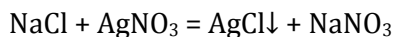
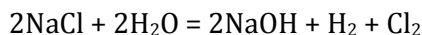
$$\omega(\text{KOH}) = 22,4 : 225,4 \cdot 100\% = 9,94\%$$

$$\omega(\text{KCl}) = 5,96 : 225,4 \cdot 100\% = 2,64\%$$

Ответ: 9,94%; 2,64%

Задача 2.

Запишем уравнения реакций:



$$m(\text{NaCl}) = 250 \cdot 0,1638 = 40,95 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = 40,95 : 58,5 = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 0,7 : 2 = 0,35 \text{ моль}$$

Если бы хлорид натрия полностью подвергся электролизу, то количество выделившегося водорода составило бы $0,7 : 2 = 0,35$ моль. По условию $n(\text{H}_2) = 0,25$ моль, то есть прореагировал не весь хлорид натрия. Расчет по первому уравнению ведем по водороду.

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaCl}_{\text{разл.}}) = 2n(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaCl}_{\text{ост.}}) = 0,7 - 0,5 = 0,2 \text{ моль}$$

Вычислим массовые доли веществ в осадке.

$$n(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,5n(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,25 \cdot 232 = 58 \text{ г}$$

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{NaCl}_{\text{ост.}}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,2 \cdot 143,5 = 28,7 \text{ г}$$

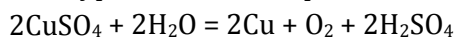
$$\omega(\text{Ag}_2\text{O}) = 58 : (58 + 28,7) \cdot 100\% = 66,9\%$$

$$\omega(\text{AgCl}) = 28,7 : (58 + 28,7) \cdot 100\% = 33,1\%$$

Ответ: 66,9%; 33,1%

Задача 3.

Запишем уравнение электролиза:



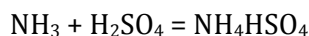
$$m(\text{CuSO}_4) = 96 \cdot 0,1 = 9,6 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 9,6 : 160 = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{CuSO}_4) = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = 1,344 : 22,4 = 0,06 \text{ моль}$$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) : n(\text{NH}_3) = 0,06 : 0,06 = 1 : 1 \rightarrow$ реакция между ними идет с образованием кислой соли



$$n(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 0,06 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 0,06 \cdot 115 = 6,9 \text{ г}$$

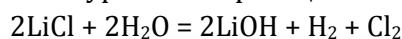
$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) + m(\text{NH}_3) = 96 - 0,06 \cdot 64 - 0,03 \cdot 32 + 0,06 \cdot 17 = 92,22 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 6,9 : 92,22 \cdot 100\% = 7,48\%$$

Ответ: 7,48%

Задача 4.

Составим уравнения реакций:



Вычислим количества веществ:

$$m(\text{LiCl}) = 34 \cdot 0,05 = 1,7 \text{ г}$$

$$n(\text{LiCl}) = 1,7 : 42,5 = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,5n(\text{LiCl}) = 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeCl}_2) = n(\text{FeCl}_3) = 2n(\text{Cl}_2) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,04 \cdot 127 = 5,08 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2) = m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_3) - m(\text{Cl}_2)$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_3) = m(\text{FeCl}_3) : \omega(\text{FeCl}_3) = 0,04 \cdot 162,5 : 0,13 = 50 \text{ г}$$

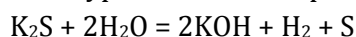
$$m_{\text{р-ра}}(\text{FeCl}_2) = 50 - 0,02 \cdot 71 = 48,58 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = 5,08 : 48,58 \cdot 100\% = 10,46\%$$

Ответ: 10,46%

Задача 6.

Составим уравнение электролиза:



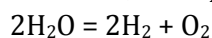
$$m(\text{K}_2\text{S}) = 88 \cdot 0,15 = 13,2 \text{ г}$$

$$n(\text{K}_2\text{S}) = 13,2 : 110 = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 3,36 : 22,4 = 0,15 \text{ моль} > 0,12 \text{ моль}$$

Водорода выделилось больше, чем могло бы образоваться при расчете по сульфиду калия.

Это означает, что протекал электролиз воды:



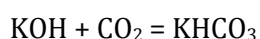
$$n(\text{H}_{2(2)}) = 0,15 - 0,12 = 0,03 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2) = 0,5n(\text{H}_{2(2)}) = 0,015 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) = 2n(\text{K}_2\text{S}) = 0,24 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 10,56 : 44 = 0,24 \text{ моль}$$

$n(\text{CO}_2) : n(\text{KOH}) = 0,24 : 0,24 = 1 : 1 \rightarrow$ реакция между ними идет с образованием кислой соли



$$n(\text{KHCO}_3) = 0,24 \text{ моль}$$

$$m(\text{KHCO}_3) = 0,24 \cdot 100 = 24 \text{ г}$$

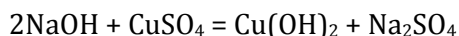
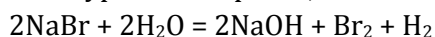
$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{K}_2\text{S}) - m(\text{H}_2) - m(\text{S}) - m(\text{O}_2) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2) = 88 - 0,15 \cdot 2 - 0,12 \cdot 32 - 0,015 \cdot 32 + 50 + 10,56 = 143,94 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KHCO}_3) = 24 : 143,94 \cdot 100\% = 16,67\%$$

Ответ: 16,67%

Задача 6.

Составим уравнения реакций:



$$m(\text{CuSO}_4) = 130 \cdot 0,08 = 10,4 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 10,4 : 160 = 0,065 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu(OH)}_2) = 5,88 : 98 = 0,06 \text{ моль} < 0,065 \text{ моль}$$

Сульфат меди прореагировал не полностью, расчет по второму уравнению будем проводить по Cu(OH)_2 .

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Cu(OH)}_2) = 0,06 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,06 \cdot 142 = 8,52 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4)_{\text{ост.}} = 0,065 - 0,06 = 0,005 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuSO}_4)_{\text{ост.}} = 0,005 \cdot 160 = 0,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NaBr}) - m(\text{Br}_2) - m(\text{H}_2) + m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) - m(\text{Cu(OH)}_2) = 42 - 0,06 \cdot 160 - 0,06 \cdot 2 + 130 - 5,88 = 156,4 \text{ г}$$

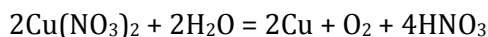
$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 8,52 : 156,4 \cdot 100\% = 5,45\%$$

$$\omega(\text{CuSO}_4)_{\text{ост.}} = 0,8 : 156,4 \cdot 100\% = 0,51\%$$

Ответ: 5,45%; 0,51%

Задача 7.

Составим уравнение электролиза:



При электролизе образовались медь и кислород, поэтому уменьшилась масса раствора.

$$m(\text{Cu} + \text{O}_2) = 300 - 288 = 12 \text{ г}$$

Пусть $n(\text{O}_2) = x$ моль, $n(\text{Cu}) = 2x$ моль, тогда

$$32x + 64 \cdot 2x = 12$$

$$x = 0,075 \text{ моль} = n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{Cu(NO}_3)_2 \text{ прореаг.}) = 2n(\text{O}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2 \text{ прореаг.}) = 0,15 \cdot 188 = 28,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2 \text{ ост.}) = 288 \cdot 0,045 = 12,96 \text{ г}$$

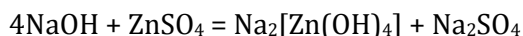
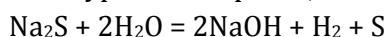
$$m(\text{Cu(NO}_3)_2 \text{ исх.}) = 28,2 + 12,96 = 41,16 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu(NO}_3)_2) = 41,16 : 300 \cdot 100\% = 13,72\%$$

Ответ: 13,72%

Задача 8.

Составим уравнения реакций:



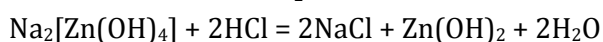
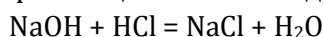
$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 120 \cdot 0,039 = 4,68 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{S}) = 4,68 : 78 = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 2,87 : 287 = 0,01 \text{ моль}$$

Видно, что гидроксид натрия в большом избытке, поэтому вторая реакция действительно протекает с образованием комплексной соли. Максимальная масса осадка выпадет при нейтрализации остатка гидроксида натрия и частичном разрушении комплекса:



$$n(\text{NaOH}_{\text{ост.}}) = 0,12 - 0,01 \cdot 4 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = n(\text{ZnSO}_4) = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl}) = 2n(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) + n(\text{NaOH}_{\text{ост.}}) = 0,02 + 0,08 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 36,5 = 3,65 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 3,65 : 0,1 = 36,5 \text{ г}$$

Ответ: 36,5 г