



@chem4you_ege



@chem4you



@stepenin

stepenin.ru

ЕГЭ по химии и биологии

Рабочая тетрадь к вебинару «Все типы задач 34 за 1 урок»

Смотреть вебинар:

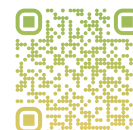
[ВКонтакте](#)

[на YouTube](#)

[Решать все типы №34](#)



Тематический сборник: подготовка к I части ЕГЭ



♥ 500 страниц А4, линии №1–28.

♥ Вопросы разного уровня сложности.



stepenin.ru/tests-bigbook



843673908



164529577



[1] (ЕГЭ 2023) При некоторой температуре в 1 л воды растворяется 640 л аммиака и 40 л сернистого газа. Смешали их насыщенные растворы, при этом вещества прореагировали полностью с образованием средней соли. К полученному раствору добавили нитрат кальция. При этом образовалось 1 кг раствора с массовой долей единственного растворенного вещества 16%. Вычислите массовую долю нитрата кальция в добавленном растворе. Возможностью образования кислых солей пренебречь. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[2] (Сборник ФИПИ 2025, В4) Раствор нитрата меди (II) объемом 2 л 374 мл с плотностью 1,15 г/мл и концентрацией нитрата меди (II) 1,15 моль/л, содержащий в качестве примеси нитрат серебра, разлили на две колбы в соотношении 1 : 2. В первую колбу, содержащую меньшую часть раствора, опустили медную проволоку. После завершения реакции проволоку извлекли из раствора. При этом массовая доля нитрата меди (II) в первой колбе составила 20% (реакцией меди с нитратом меди (II) пренебречь). В раствор во второй колбе внесли порошок цинка, в результате получили бесцветный раствор. Вычислите массовую долю соли в конечном растворе во второй колбе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[3] (Сборник ФИПИ 2026, В24) К 200 г раствора фосфорной кислоты добавили хлорид фосфора (V). После завершения реакции молярные концентрации двух кислот в образовавшемся растворе оказались одинаковыми. Для полной нейтрализации полученного раствора потребовалось добавить 263 г раствора гидроксида лития, после чего массовая доля соли в образовавшемся растворе составила 5%. Рассчитайте молярную концентрацию фосфорной кислоты в исходном растворе, если его плотность составляет 1,05 г/мл. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[4] (ЕГЭ 2017) При растворении в воде 114,8 г цинкового купороса ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) получили 10%-ный раствор соли. К полученному раствору добавили 12 г магния. После завершения реакции к полученной смеси прибавили 365 г 20%-ного раствора хлороводородной кислоты. Определите массовую долю кислоты в образовавшемся растворе. Процессами гидролиза пренебречь. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).



[5] (ЕГЭ 2023, 2024) Смешали воду, дигидрофосфат натрия и гидроксид натрия в массовом соотношении 4,5 : 0,9 : 1 соответственно. К образовавшемуся раствору добавили раствор нитрата серебра. При этом получили 442 г раствора, содержащего только одно растворенное вещество, массовая доля которого составила 25%. Определите массовую долю нитрата серебра в добавленном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[6] (ЕГЭ 2025) В навеске нитрата цинка и нитрата серебра массовая доля элемента кислорода равна 0,4234. При прокаливании данной навески до постоянной массы выделяется кислород объемом 5,6 л (н.у.). Такую же навеску растворили в 300 мл воды, после чего добавили 200 мл хлорида стронция с молярной концентрацией 0,75 моль/л. Найдите массовую долю ионов цинка в конечном растворе. Плотность всех растворов примите равной 1 г/мл. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[7] (ЕГЭ 2023) Смесь железа и оксида железа(II) общей массой 70,4 г при нагревании полностью растворили в 600 г концентрированной азотной кислоты, взятой в избытке. Известно, что при этом атомы железа в оксиде железа (II) отдали в общей сложности в 3 раза больше электронов, чем атомы металлического железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[8] (Сборник ФИПИ 2025, В1) К 625 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,8 моль/л (плотность раствора 1,04 г/мл) добавили небольшими порциями 37,4 г олеума. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида бария, в результате образовался осадок массой 209,7 г. Рассчитайте массовую долю соли в растворе, который образуется, если такую же порцию олеума осторожно добавить к 400 г избытка раствора гидроксида натрия. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[9] (ЕГЭ 2021) При нагревании образца карбоната кальция часть вещества разложилась. При этом масса карбоната кальция в образовавшемся твёрдом остатке оказалась в 1,4 раза больше массы оксида кальция. Остаток добавили к 640 г 25%-ной соляной кислоты. В результате массовая доля кислоты в растворе уменьшилась вдвое. Вычислите объём газа (в пересчёте на н.у.), выделившегося в результате частичного разложения карбоната кальция. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[10] (Сборник ФИПИ 2025, В21) В раствор сульфата железа (III) поместили порошок меди и выдержали некоторое время. После завершения реакции остаток порошка отфильтровали, и в раствор поместили железную пластинку. Когда пластинку вынули из раствора, оказалось, что ее масса увеличилась на 0,16 г, а масса образовавшегося раствора составила 52,4 г. При добавлении к этому раствору избытка раствора гидроксида натрия образовался осадок, содержащий два вещества, общая масса которых 10,96 г. Рассчитайте массовую долю сульфата железа (III) в исходном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[11] (ЕГЭ 2018, 2020) Для проведения электролиза (на инертных электродах) взяли 372,5 г 20%-ного раствора хлорида калия. После того как масса раствора уменьшилась на 29,2 г, процесс остановили. К образовавшемуся раствору добавили 152 г 20%-ного раствора сульфата железа (II). Определите массовую долю хлорида калия в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).



[12] (ЕГЭ 2020) Через 480 г 20%-ного раствора сульфата меди (II) пропускали электрический ток до тех пор, пока масса раствора не уменьшилась на 52 г. К образовавшемуся раствору добавили 520 г 32%-ного раствора хлорида бария. Определите массовую долю воды в полученном растворе и массу газа, выделившегося на аноде. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

[13] (ЕГЭ 2022, 2024) Гидрид калия массой 56 г растворили в 200 мл воды. В полученный раствор внесли 71 г оксида фосфора (V) при нагревании. Вычислите массовую долю гидрофосфата калия в конечном растворе. В условиях, в которых были проведены реакции, растворимость фосфата калия составляет 106 г на 100 г воды, растворимость гидрофосфата калия — 168 г на 100 г воды, растворимость дигидрофосфата калия — 25 г на 100 г воды. Процессами гидролиза пренебречь. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).



Задача 33. Азотсодержащие

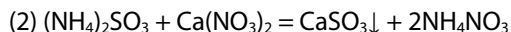
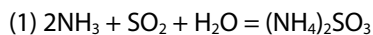


stepenin.ru/nitroorganics-book



- ♥ все типы задач по азотсодержащим
- ♥ 50 лучших номеров с ответами
- ♥ 60 страниц формата А5
- ♥ можешь встретить на ЕГЭ



**Решения задач из рабочей тетради для самопроверки****[1] 1. Запишем уравнения реакций**

2. Вычислим количество исходных веществ

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 1000 \cdot 0,16 = 160 \text{ г}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = m : M = 160 : 80 = 2 \text{ моль}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CaSO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) : 2 = 2 : 2 = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) \cdot 2 = 1 \cdot 2 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{SO}_2) = n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_3) = 1 \text{ моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = V_M \cdot n = 22,4 \cdot 2 = 44,8 \text{ л}$$

$$V(\text{SO}_2) = V_M \cdot n = 22,4 \cdot 1 = 22,4 \text{ л}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \cdot 1 = 1000 \text{ г}$$

$$640 : 1000 = 44,8 : x$$

$$x = 70 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) = 70 + 17 \cdot 2 = 104 \text{ г}$$

$$40 : 1000 = 22,4 : y$$

$$y = 560 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{SO}_2) = 560 + 64 \cdot 1 = 624 \text{ г}$$

3. Вычислим массу раствора нитрата кальция

$$m(\text{конеч. р-ра}) = m_{\text{р-ра}}(\text{NH}_3) + m_{\text{р-ра}}(\text{SO}_2) + m_{\text{р-ра}}(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) - m(\text{CaSO}_3) = 1000 \text{ г}$$

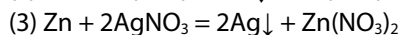
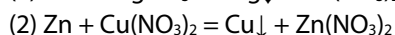
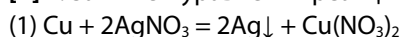
$$m(\text{конеч. р-ра}) = 624 + 104 + m_{\text{р-ра}}(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) - 120 \cdot 1 = 1000 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 1000 + 120 - 624 - 104 = 392 \text{ г}$$

4. Вычислим массовую долю нитрата кальция в добавленном растворе

$$m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 1 \cdot 164 = 164 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164 : 392 \cdot 100 \% = 41,84 \%$$

[2] 1. Запишем уравнения реакций:

2. Найдем количество вещества исходных реагентов:

$$m_{\text{исх. р-ра}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = V \cdot \rho = 2374 \cdot 1,15 = 2730 \text{ г}$$

$$n_{\text{исх.}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = V \cdot C = 2,374 \cdot 1,15 = 2,73 \text{ моль}$$

3. Выполним расчеты по уравнениям реакций:

Найдем массу раствора в 1-ой колбе по соотношению масс по условию задачи

$$m_{\text{исх. р-ра}}(\text{в 1-ой колбе}) = 2730 \cdot 1 : (1 + 2) = 2730 : 3 = 910 \text{ г}$$

$$n_{\text{в 1-ой колбе}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2,73 : 3 = 0,91 \text{ моль}$$

$$m_{\text{в 1-ой колбе}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,91 \cdot 188 = 171,08 \text{ г}$$

Пусть в растворе в 1-ой колбе было x моль AgNO_3 , тогда

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) = n(\text{AgNO}_3) : 2 = x : 2 = 0,5x \text{ моль}$$

$$m_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,5x \cdot 64 = 32x \text{ г}$$

$$n_{\text{обр.}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) = 0,5x \text{ моль}$$

$$m_{\text{обр.}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 0,5x \cdot 188 = 94x \text{ г}$$

$$n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) = x \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = n \cdot M = 108x \text{ г}$$

$$m_{\text{общ.}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m_{\text{в 1-ой колбе}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) + m_{\text{обр.}}(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 171,08 + 94x \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра в 1-ой колбе}) = m_{\text{исх. р-ра}}(\text{в 1 колбе}) + m_{\text{прореаг.}}(\text{Cu}) - m(\text{Ag})$$

$$m(\text{р-ра в 1-ой колбе}) = 910 + 32x - 108x = 910 - 76x$$



$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = (171,08 + 94x) : (910 - 76x) = 0,2$$

Отсюда $x = 0,1$ моль

4. Найдем массовую долю нитрата цинка в конечном растворе во 2-ой колбе:

$$m_{\text{р-ра}} \text{ (во 2-ой колбе)} = 910 \cdot 2 = 1820 \text{ г}$$

$$n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,91 \cdot 2 = 1,82 \text{ моль}$$

$$n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{AgNO}_3) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) + n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{AgNO}_3) : 2$$

$$n(\text{Zn}) = n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 1,82 + 0,2 : 2 = 1,92 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = n \cdot M = 1,92 \cdot 65 = 124,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = n \cdot M = 1,92 \cdot 189 = 362,88 \text{ г}$$

$$n(\text{Cu}) = n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1,82 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ag}) = n_{\text{в 2-ой колбе}} (\text{AgNO}_3) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n \cdot M = 1,82 \cdot 64 = 116,48 \text{ г}$$

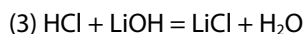
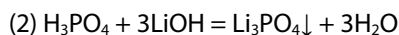
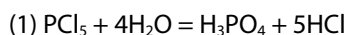
$$m(\text{Ag}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 108 = 21,6 \text{ г}$$

$$m(\text{fin р-ра во 2-ой колбе}) = m_{\text{р-ра}} \text{ (во 2-ой колбе)} + m(\text{Zn}) - m(\text{Cu}) - m(\text{Ag})$$

$$m(\text{fin р-ра во 2-ой колбе}) = 1820 + 124,8 - 116,48 - 21,6 = 1806,72 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 362,88 : 1806,72 \cdot 100\% = 20,1\%$$

[3] 1. Записаны уравнения реакций:



Пусть $n_{\text{исх.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = x$ моль, $n(\text{PCl}_5) = y$ моль, тогда в реакции (1):

$$n_{\text{обр.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = y \text{ моль}, n_{\text{обр.}}(\text{HCl}) = 5y \text{ моль};$$

$$n_{\text{всего}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = (x + y) \text{ моль.}$$

Поскольку молярные концентрации H_3PO_4 и HCl в растворе равны, то их количества (моль) также равны друг другу:

$$x + y = 5y$$

$$x = 4y$$

После добавления раствора гидроксида лития образовался осадок фосфата лития, в растворе находится хлорид лития.

$$n(\text{LiCl}) = 5y \text{ моль}$$

$$m(\text{LiCl}) = 42,5 \cdot 5y = 212,5y \text{ г}$$

$$m(\text{обр. р-ра}) = 200 + 208,5y + 263 - 116(x + y) = 463 + 208,5y - 116 \cdot 5y = 463 - 371,5y \text{ г}$$

$$212,5y : (463 - 371,5y) = 0,05$$

$$y = 0,1; x = 0,4$$

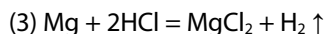
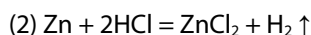
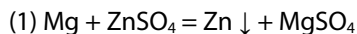
Рассчитаны объём и молярная концентрация фосфорной кислоты в исходном растворе

$$V(\text{исх. р-ра}) = 200 : 1,05 = 190 \text{ мл, или } 0,19 \text{ л}$$

$$C_{\text{M}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,4 : 0,19 = 2,1 \text{ моль/л}$$



[4] 1. Записаны уравнения реакций:



2. Рассчитаем, весь ли магний растворится в ходе первой реакции:

$$n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 114,8 / 287 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{ZnSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,4 \text{ моль}; m(\text{ZnSO}_4) = 0,4 \cdot 161 = 64,4 \text{ г}$$

$$m(\text{p-ра})_{\text{(исх)}} = 64,4 / 0,1 = 644 \text{ г}$$

$$n(\text{Mg}) = 12 / 24 = 0,5 \text{ моль} \text{ — магний в избытке}$$

3. Вычислим массу выделившегося газа в ходе второй и третьей реакций:

$$n(\text{HCl}) = 365 \cdot 0,2 / 36,5 = 2 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl})_{\text{(прореаг)}} = 2n(\text{Zn}) + 2n(\text{Mg})_{\text{(ост)}} = 2n(\text{Mg}) = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl})_{\text{(ост)}} = 2 - 1 = 1 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{(ост)}} = 36,5 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2) = 0,5n(\text{HCl})_{\text{(прореаг)}} = 0,5 \text{ моль}$$

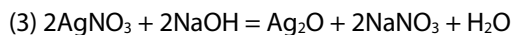
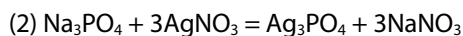
$$m(\text{H}_2) = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ г}$$

4. Найдем массовую долю HCl в образовавшемся растворе:

$$m(\text{p-ра}) = 644 + 365 + 12 - 1 = 1020 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl}) = 36,5 / 1020 = 0,036, \text{ или } 3,6\%$$

[5] 1. Запишем уравнения реакций



2. Рассчитаем массы и количества веществ в исходной смеси

$$m_{\text{всего}}(\text{NaNO}_3) = m_{\text{p-ра}} \cdot \omega = 442 \cdot 0,25 = 110,5 \text{ г} \Rightarrow n_{\text{всего}}(\text{NaNO}_3) = m : M = 110,5 : 85 = 1,3 \text{ моль}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{AgNO}_3) = n_{\text{всего}}(\text{NaNO}_3) = 1,3 \text{ моль} \Rightarrow m_{\text{всего}}(\text{AgNO}_3) = n \cdot M = 1,3 \cdot 170 = 221 \text{ г}$$

Пусть x г — масса одной части вещества.

$$\text{Тогда } n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,9x : 120 \text{ моль}; n(\text{NaOH}) = x : 40 \text{ моль}$$

$$0,9x : 120 + x : 40 = 1,3 \text{ моль} \Rightarrow x = 40 \text{ г}$$

$$n_{\text{всего}}(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,9 \cdot 40 : 120 = 0,3 \text{ моль}$$

$$m_1(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,9 \cdot 40 = 36 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4,5 \cdot 40 = 180 \text{ г}$$

$$m_{\text{первого p-ра}} = 40 + 180 + 36 = 256 \text{ г}$$

3. Рассчитаем массы образованных осадков после добавления нитрата серебра

$$n_2(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = n_2(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m_2(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,3 \cdot 419 = 125,7 \text{ г}$$

$$n_1(\text{NaOH}) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ моль} \Rightarrow n_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = n_{\text{всего}}(\text{NaOH}) - n_1(\text{NaOH}) = 1 - 0,6 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n_3(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,5 \cdot n_{\text{ост.}}(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow m_3(\text{Ag}_2\text{O}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 232 = 46,4 \text{ г}$$

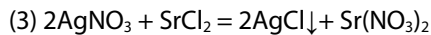
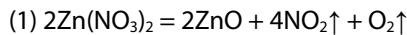
4. Рассчитаем массу добавленного раствора и массовую долю нитрата серебра в нем

$$m_{\text{p-ра}}(\text{AgNO}_3) = 442 - 256 + 125,7 + 46,4 = 358,1 \text{ г}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 221 : 358,1 \cdot 100 = 61,7\%$$



[6] 1. Запишем уравнения реакций:



2. Вычислим количество вещества исходных реагентов и продуктов:

$$n(O_2) = V : V_m = 5,6 : 22,4 = 0,25 \text{ моль}$$

$$n_{\text{исх.}}(SrCl_2) = c \cdot V = 0,75 \cdot 0,2 = 0,15 \text{ моль}$$

Пусть x моль $Zn(NO_3)_2$ и y моль $AgNO_3$

тогда $n(O)$ в $Zn(NO_3)_2 = 6x$ моль, а $n(O)$ в $AgNO_3 = 3y$ моль

$$m(O) = M \cdot n = 16 \cdot (6x + 3y) = 96x + 48y \text{ г}$$

$$m(Zn(NO_3)_2) = M \cdot n = 189x \text{ г}$$

$$m(AgNO_3) = M \cdot n = 170y \text{ г}$$

$$n_1(O_2) = n(Zn(NO_3)_2) : 2 = 0,5x \text{ моль}$$

$$n_2(O_2) = n(AgNO_3) : 2 = 0,5y \text{ моль}$$

Составим систему уравнений:

$$(96x + 48y) : (189x + 170y) = 0,4234$$

$$0,5x + 0,5y = 0,25$$

$$x = 0,3 \text{ моль } Zn(NO_3)_2; y = 0,2 \text{ моль } AgNO_3$$

3. Вычислим количество вещества продуктов реакции:

$$n(AgNO_3) : 2 = 0,2 : 2 = 0,1 \text{ моль} < n(SrCl_2) : 1 = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow AgNO_3 \text{ в недостатке}$$

$$n(AgCl) = n(AgNO_3) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(Zn^{2+}) = n(Zn(NO_3)_2) = 0,3 \text{ моль}$$

4. Вычислим массовую долю ионов цинка в итоговом растворе:

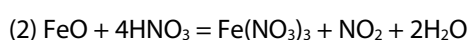
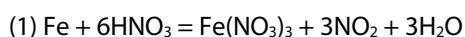
$$m(Zn^{2+}) = n \cdot M = 0,3 \cdot 65 = 19,5 \text{ г}$$

$$m_{\text{фин.р-ра}} = m(H_2O) + m(Zn(NO_3)_2) + m(AgNO_3) + m_{\text{р-ра}}(SrCl_2) - m(AgCl)$$

$$m_{\text{фин.р-ра}} = 300 \cdot 1 + 0,3 \cdot 189 + 0,2 \cdot 170 + 200 \cdot 1 - 0,2 \cdot 143,5 = 562 \text{ г}$$

$$\omega(Zn^{2+}) = 19,5 : 562 \cdot 100\% = 3,47\%$$

[7] 1. Запишем уравнения реакций



2. Вычислим количество исходных веществ

$$Fe^0 - 3\bar{e} = Fe^{+3} \text{ в реакции [1]}$$

$$Fe^{+2} - 1\bar{e} = Fe^{+3} \text{ в реакции [2]}$$

$$n_1\bar{e} : n_2\bar{e} = 1 : 3, \text{ значит } n(Fe) : n(FeO) = 1 : 9$$

Пусть $n(Fe) = x$ моль, тогда $n(Fe_3O_4) = 9x$ моль, отсюда

$$56x + 72 \cdot 9x = 70,4$$

$$x = 0,1$$

$$n(Fe) = 0,1 \text{ моль}, n(FeO) = 0,9 \text{ моль}$$

3. Вычислим массу нитрата железа (III) в растворе

$$n_1(Fe(NO_3)_3) = n(Fe) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n_2(Fe(NO_3)_3) = n(FeO) = 0,9 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ.}}(Fe(NO_3)_3) = M \cdot n = 242 \cdot (0,1 + 0,9) = 242 \text{ г}$$

4. Вычислим массовую долю нитрата железа (III)

$$n_1(NO_2) = 3 \cdot n(Fe) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_2(NO_2) = n(FeO) = 0,9 \text{ моль}$$

$$m_{\text{(общ)}}(NO_2) = n_{\text{(общ)}} \cdot M = (0,3 + 0,9) \cdot 46 = 55,2 \text{ г}$$

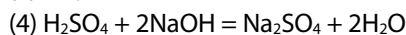
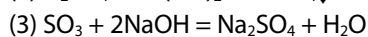
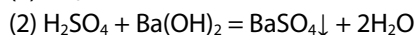
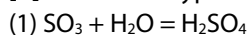


$$m(\text{конеч. р-ра}) = m_{(\text{р-ра})}(\text{HNO}_3) + m(\text{Fe}) + m(\text{FeO}) - m_{(\text{общ})}(\text{NO}_2)$$

$$m(\text{конеч. р-ра}) = 600 + 70,4 - 55,2 = 615,2 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 242 : 615,2 \cdot 100 \% = 39,3 \%$$

[8] 1. Запишем уравнения реакций:



2. Найдем количество вещества исходных реагентов:

$$m_{\text{иск. р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = V \cdot \rho = 625 \cdot 1,04 = 650 \text{ г}$$

$$n_{\text{иск.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = V \cdot C = 0,625 \cdot 0,8 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = m : M = 209,7 : 233 = 0,9 \text{ моль}$$

3. Выполним расчеты по уравнениям реакций:

Пусть в составе олеума x моль SO_3 , тогда $m(\text{SO}_3) = n \cdot M = 80x$ г

$$m_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 37,4 - m(\text{SO}_3) = 37,4 - 80x \text{ г}$$

$$n_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m : M = (37,4 - 80x) : 98 \text{ моль}$$

$$n_1 \text{ по р-ции } (\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = x \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{иск.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + n_1 \text{ по р-ции } (\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 + (37,4 - 80x) : 98 + x$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = 0,9 \text{ моль}$$

$$0,5 + (37,4 - 80x) : 98 + x = 0,9$$

$$\text{Отсюда } x = 0,1 \text{ моль } \text{SO}_3$$

4. Найдем массовую долю сульфата натрия в конечном растворе:

$$m_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 37,4 - 80 \cdot 0,1 = 29,4 \text{ г}$$

$$n_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m : M = 29,4 : 98 = 0,3 \text{ моль}$$

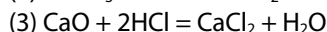
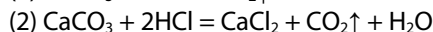
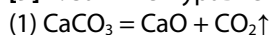
$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n_{\text{в олеуме}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + n(\text{SO}_3) = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,4 \cdot 142 = 56,8 \text{ г}$$

$$m(\text{fin р-ра}) = m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) + m(\text{олеума}) = 400 + 37,4 = 437,4 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 56,8 : 437,4 \cdot 100\% = 13\%$$

[9] 1. Запишем уравнения реакций:



2. Рассчитаем массу конечного раствора

Пусть в результате реакции (1) образовалось $n_1(\text{CaO}) = x$ моль, а $n_{\text{ост.}}(\text{CaCO}_3) = y$ моль

Тогда по условию $m_1(\text{CaO}) \cdot 1,4 = m_{\text{ост.}}(\text{CaCO}_3)$

$$56x \cdot 1,4 = 100y \Rightarrow y = 0,784x$$

$$m_2(\text{CaCO}_3) = m_{\text{ост.}}(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = y \cdot 100 = 0,784x \cdot 100 = 78,4x \text{ г}$$

$$m_3(\text{CaO}) = m_1(\text{CaO}) = n \cdot M = 56x \text{ г}$$

$$n_2(\text{CO}_2) = n_2(\text{CaCO}_3) = 0,784x \text{ моль}$$

$$m_2(\text{CO}_2) = n \cdot M = 0,784x \cdot 44 = 34,496x \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) + m_2(\text{CaCO}_3) + m_3(\text{CaO}) - m_2(\text{CO}_2)$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = 640 + 78,4x + 56x - 34,496x = 640 + 99,904x \text{ г}$$

3. Найдем количество вещества образовавшегося оксида кальция в ходе первой реакции

$$m_{\text{нач.}}(\text{HCl}) = m_{\text{нач. р-ра}} \cdot \omega = 640 \cdot 0,25 = 160 \text{ г}$$

$$n_2(\text{HCl}) = 2 \cdot n_2(\text{CaCO}_3) = 2 \cdot 0,784x = 1,568x \text{ моль}$$

$$m_2(\text{HCl}) = n \cdot M = 1,568x \cdot 36,5 = 57,232x \text{ г}$$

$$n_3(\text{HCl}) = 2 \cdot n_3(\text{CaO}) = 2x \text{ моль}$$

$$m_3(\text{HCl}) = n \cdot M = 2x \cdot 36,5 = 73x \text{ г}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = m_{\text{нач.}}(\text{HCl}) - m_2(\text{HCl}) - m_3(\text{HCl}) = 160 - 57,232x - 73x \text{ г}$$

$$\omega_{\text{в конеч. р-ре}}(\text{HCl}) = m_{\text{ост.}}(\text{HCl}) : m_{\text{конеч. р-ра}} = 0,125 \text{ (в два раза меньше, чем в начальном растворе)}$$

$$(160 - 57,232x - 73x) : (640 + 99,904x) = 0,125 \Rightarrow x = 0,56 \text{ моль}$$

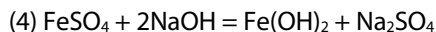
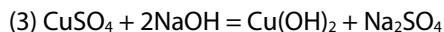
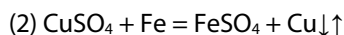
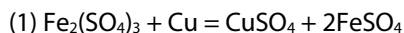


4. Вычислим объем газа, выделившегося в ходе неполного разложения карбоната кальция

$$n_1(\text{CO}_2) = n_1(\text{CaO}) = x = 0,56 \text{ моль}$$

$$V_1(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,56 \cdot 22,4 = 12,544 \text{ л}$$

[10] 1. Запишем уравнения реакций:



2. По изменению массы железной пластинки можно найти массу растворившегося железа, образовавшейся на пластинке меди, израсходованного сульфата меди(II) и образовавшегося сульфата железа(II) (см. уравнение реакции 2):

$$n(\text{Cu}_{(2)}) = n(\text{CuSO}_{4(2)}) = n(\text{Fe}_{(2)}) = n(\text{FeSO}_{4(2)}) = 0,16 : (64 - 56) = 0,02 \text{ моль.}$$

3. Рассчитаем массу исходного раствора и массу сульфата железа (III) в нем:

Пусть x моль — количество вещества $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ в исходном растворе.

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{CuSO}_{4(3)}) = x - 0,02 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}(\text{OH})_2) = n(\text{FeSO}_{4(4)}) = 2x + 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n \cdot M = (x - 0,02) \cdot 98 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}(\text{OH})_2) = n \cdot M = (2x + 0,02) \cdot 90 \text{ г}$$

Тогда сумма масс осадков $(x - 0,02) \cdot 98 + (2x + 0,02) \cdot 90 = 10,96 \Rightarrow x = 0,04$ моль

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = n \cdot M = 0,04 \cdot 400 = 16 \text{ г}$$

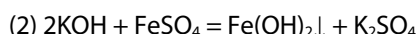
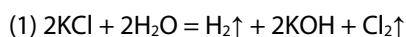
$$m_{\text{р-ра}}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) + m(\text{Cu}) - \Delta m_{\text{пласт.}} = 52,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 52,4 + \Delta m_{\text{пласт.}} - m(\text{Cu}) = 52,4 + 0,16 - 64 \cdot 0,04 = 50 \text{ г}$$

4. Рассчитаем массовую долю сульфата железа (III) в исходном растворе:

$$\omega(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 16 : 50 \cdot 100 = 32\%$$

[11] 1. Запишем уравнения реакций:



2. Определим остался ли в растворе после окончания электролиза хлорид калия:

$$m(\text{KCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 372,5 \cdot 0,2 = 74,5 \text{ г}$$

$$n_{\text{нач.}}(\text{KCl}) = m : M = 74,5 : 74,5 = 1 \text{ моль}$$

Пусть $n_{\text{прор}}(\text{KCl}) = x$ моль, тогда $n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) = 0,5x$ моль

$$m(\text{H}_2) = n \cdot M = 0,5x \cdot 2 = x \text{ г}$$

$$m(\text{Cl}_2) = n \cdot M = 0,5x \cdot 71 = 35,5x \text{ г}$$

$$\Delta m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2) + m(\text{Cl}_2) = x + 35,5x = 29,2 \text{ г}$$

$$36,5x = 29,2 \Rightarrow x = 0,8 \text{ моль (хлорид калия остался в конечном растворе)}$$

3. Рассчитаем массу образовавшегося осадка в ходе второй реакции:

$$n_{\text{прор}}(\text{KCl}) = x = 0,8 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{KCl}) = n_{\text{нач.}}(\text{KCl}) - n_{\text{прор.}}(\text{KCl}) = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{KCl}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 74,5 = 14,9 \text{ г}$$

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{KCl}) - \Delta m + m_{\text{р-ра}}(\text{FeSO}_4) - m(\text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow)$$

$$m(\text{FeSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 152 \cdot 0,2 = 30,4 \text{ г}$$

$n(\text{FeSO}_4) = m : M = 30,4 : 152 = 0,2$ моль — недостаток, а $n(\text{KOH}) = 0,8$ моль — избыток

$$n(\text{Fe}(\text{OH})_2) = n \cdot M = 0,2 \cdot 90 = 18 \text{ г}$$

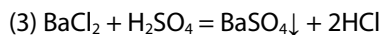
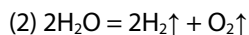
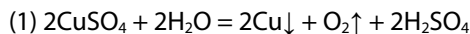


4. Рассчитаем массу конечного раствора и массовую долю хлорида калия в нем:

$$m_{\text{конеч. р-ра}} = 372,5 - 29,2 + 152 - 18 = 477,3 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{в конеч. р-ре}} (\text{KCl}) = 14,9 : 477,3 \cdot 100\% = 3,12\%$$

[12] 1. Запишем уравнения реакций:



2. Определим, останется ли после завершения электролиза сульфат меди (II) в растворе:

$$m_{\text{нач.}} (\text{CuSO}_4) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 480 \cdot 0,2 = 96 \text{ г}$$

$$n_{\text{нач.}} (\text{CuSO}_4) = m : M = 96 : 160 = 0,6 \text{ моль}$$

Если в первую реакцию сульфат меди (II) вступит полностью, то образуется:

$$n_1(\text{Cu}) = n_{\text{нач.}} (\text{CuSO}_4) = 0,6 \text{ моль} \Rightarrow m_1(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,6 \cdot 64 = 38,4 \text{ г}$$

$$n_1(\text{O}_2) = n_{\text{нач.}} (\text{CuSO}_4) : 2 = 0,6 : 2 = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow m_1(\text{O}_2) = n \cdot M = 0,3 \cdot 32 = 9,6 \text{ г}$$

$$\text{Тогда } \Delta m_{\text{р-ра}} = m_1(\text{Cu}) + m_1(\text{O}_2) = 38,4 + 9,6 = 48 \text{ г}$$

Это меньше, чем по условию, значит еще идет электролиз воды:

$$m_2(\text{H}_2\text{O}) = 52 - \Delta m_{\text{р-ра}} = 52 - 48 = 4 \text{ г}$$

$$n_2(\text{H}_2\text{O}) = m : M = 4 : 18 = 0,22 \text{ моль}$$

$$n_2(\text{O}_2) = n_2(\text{H}_2\text{O}) : 2 = 0,22 : 2 = 0,11 \text{ моль} \Rightarrow m_2(\text{O}_2) = n \cdot M = 0,11 \cdot 32 = 3,52 \text{ г}$$

$$m_{\text{всего}} (\text{O}_2) = m_1(\text{O}_2) + m_2(\text{O}_2) = 9,6 + 3,52 = 13,12 \text{ г (первая часть ответа на задачу)}$$

3. Рассчитаем массу осадка, образовавшегося в ходе третьей реакции:

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{нач.}} (\text{CuSO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m_{\text{всего}} (\text{BaCl}_2) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = 520 \cdot 0,32 = 166,4 \text{ г}$$

$$n_{\text{всего}} (\text{BaCl}_2) = m : M = 166,4 : 208 = 0,8 \text{ моль} - \text{в избытке, а серная кислота в недостатке}$$

$$n_3(\text{BaSO}_4) = n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m_3(\text{BaSO}_4) = n \cdot M = 0,6 \cdot 233 = 139,8 \text{ г}$$

4. Рассчитаем массу воды в конечном растворе и ее массовую долю:

$$m_{\text{ост.}} (\text{BaCl}_2) = m_{\text{всего}} (\text{BaCl}_2) - m_{\text{прореаг.}} (\text{BaCl}_2) = 166,4 - 0,6 \cdot 208 = 41,6 \text{ г}$$

$$n_3(\text{HCl}) = n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 2 = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ моль}$$

$$m_3(\text{HCl}) = n \cdot M = 1,2 \cdot 36,5 = 43,8 \text{ г}$$

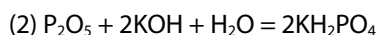
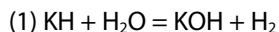
$$m_{\text{конеч. р-ра}} = m_{\text{р-ра}} (\text{CuSO}_4) - \Delta m + m_{\text{р-ра}} (\text{BaCl}_2) - m(\text{BaSO}_4) = 480 - 52 + 520 - 139,8 = 808,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{в конеч. р-ре}} (\text{H}_2\text{O}) = 808,2 - m_{\text{ост.}} (\text{BaCl}_2) - m_3(\text{HCl}) = 808,2 - 41,6 - 43,8 = 722,8 \text{ г}$$

$$\omega_{\text{в конеч. р-ре}} (\text{H}_2\text{O}) = 722,8 : 808,2 \cdot 100\% = 89,4\%$$



[13] 1. Запишем уравнения реакций



Примечание: допустима любая последовательность реакций между P_2O_5 и KOH , которая приводит к образованию смеси кислых солей в конечном растворе.

2. Определим количество вещества исходных реагентов

$$n(\text{KN}) = m : M = 56 : 40 = 1,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) = n(\text{KN}) = 1,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) = m : M = 71 : 142 = 0,5 \text{ моль}$$

3. Определим массу осадка дигидрофосфата калия в условиях реакции

$$n(\text{P}_2\text{O}_5) : n(\text{KOH}) = 0,5 : 1,4 > 1 : 2 \Rightarrow \text{образуется смесь кислых солей}$$

$$n_2(\text{KOH}) = n(\text{P}_2\text{O}_5) \cdot 2 = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{KOH}) = 1,4 - 1 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n_2(\text{KOH}) = 1 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прореаг.}}(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n_{\text{ост.}}(\text{KOH}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 1 - 0,4 = 0,6 \text{ моль}$$

$$m_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) - m_1(\text{H}_2\text{O}) - m_2(\text{H}_2\text{O}) + m_3(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \cdot 1 - (1,4 + 0,5) \cdot 18 + 0,4 \cdot 18 = 173 \text{ г}$$

$$m(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,6 \cdot 136 = 81,6 \text{ г}$$

$$n(\text{K}_2\text{HPO}_4) = n_{\text{ост.}}(\text{KOH}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{HPO}_4) = n \cdot M = 0,4 \cdot 174 = 69,6 \text{ г}$$

Учтем растворимость дигидрофосфата калия и гидрофосфата калия

$$(25 : 100) = x : 173$$

$$x = 43,25 \text{ г } \text{KH}_2\text{PO}_4 \text{ может находиться в растворе}$$

$$m_{\downarrow}(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 81,6 - 43,25 = 38,35 \text{ г}$$

$$(168 : 100) = y : 173$$

$$y = 290,64 \text{ г} > 69,6 \text{ г} \Rightarrow \text{весь } \text{K}_2\text{HPO}_4 \text{ находится в растворе}$$

4. Определим массовую долю гидроксида лития в конечном растворе

$$m_{\text{кон. р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{KN}) + m(\text{P}_2\text{O}_5) - m(\text{H}_2) - m_{\downarrow}(\text{KH}_2\text{PO}_4)$$

$$m_{\text{кон. р-ра}} = 200 \cdot 1 + 56 + 71 - 1,4 \cdot 2 - 38,35 = 285,85 \text{ г}$$

$$\omega(\text{K}_2\text{HPO}_4) = m(\text{K}_2\text{HPO}_4) : m_{\text{кон. р-ра}} \cdot 100 = 69,6 : 285,85 \cdot 100 = 24,35\%$$