



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

Задание 1.

Выберите, какие из соединений имеют суммарный заряд электронов в молекуле, равный $2.88 \cdot 10^{-18}$ Кл. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. NO
2. PH_3
3. HCl
4. HF
5. H_2S
6. HOF

Решение:

$$N_e = Z/e = 2.88 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 18.$$

18 электронов имеют следующие соединения: PH_3 (15+3), HCl (1+17), H_2S (2+16), HOF (1+8+9).

Ответ: 2356 (10 баллов)

Задание 2.

Газ на поверхности Венеры имеет молярный объём, равный 0.659 л/моль. Рассчитайте, чему равно атмосферное давление на поверхности Венеры, если средняя температура там составляет 467 °С. Ответ дайте в атмосферах, округлив до десятых. При расчётах примите 1 атм = 10^5 Па.

Решение:

По уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$p = RT/V_m = 8.31 \cdot (273 + 467) / 6.59 \cdot 10^{-4} = 600 \text{ Па} = 9.33 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9330 \text{ кПа} = 93.3 \text{ атм.}$$

Ответ: 93.3 (20 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в растворе, полученном сливанием 100 мл 56%-го раствора ($\rho = 1345$ г/л) и 300 мл 5%-го раствора ($\rho = 1026$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.56 \cdot 0.1 \cdot 1345 + 0.05 \cdot 0.3 \cdot 1026] / (1345 \cdot 0.1 + 1026 \cdot 0.3) = 0.205 = \\&20.5\%\end{aligned}$$

Ответ: 20.5 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 200 г 20.0%-го раствора нитрата серебра. Через некоторое время пластину вынули и высушили. Определите, из какого металла сделана пластина, если её масса увеличилась на 16.0 г, а массовая доля нитрата серебра в растворе после окончания реакции стала равной 3.26%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса нитрата серебра до реакции:

$$m_1(\text{AgNO}_3) = w_1 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.2 \cdot 200 = 40 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{p-ра}) = 200 - 16 = 184 \text{ г.}$$

Масса нитрата серебра после реакции:

$$m_2(\text{AgNO}_3) = w_2 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.0326 \cdot 184 = 6.0 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего нитрата серебра:

$$m_3(\text{AgNO}_3) = m_1(\text{AgNO}_3) - m_2(\text{AgNO}_3) = 40 - 6.0 = 34.0 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего нитрата серебра:

$$n = m_3(\text{AgNO}_3) / M(\text{AgNO}_3) = 34 / 170 = 0.2 \text{ моль.}$$

Масса образовавшегося серебра:



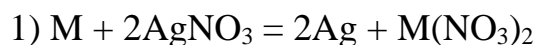
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Ag}) \cdot A(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) \cdot A(\text{Ag}) = 0.2 \cdot 108 = 21.6 \text{ г.}$$

Масса растворившегося металла:

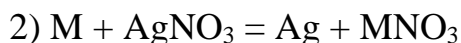
$$m(\text{M}) = 21.6 - 16 = 5.6 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции металла с нитратом серебра:



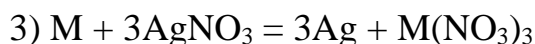
$$n(\text{M}) = 1/2 n(\text{Ag}) = 0.2/2 = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 5.6/0.1 = 56 - \text{это железо.}$$



$$n(\text{M}) = n(\text{Ag}) = 0.2 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 5.6/0.2 = 28 - \text{такого металла нет.}$$



$$n(\text{M}) = 1/3 n(\text{Ag}) = 0.0667 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 5.6/0.0667 = 84 - \text{такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – железо ($A = 56$).

Ответ: 56 (20 баллов)

Задание 5.

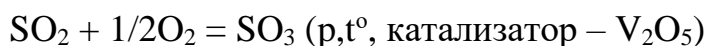
Рассчитайте массу 98% раствора серной кислоты, полученного из 5 т породы, содержащей 85% пирита, если выход продукта на первых двух стадиях синтеза составлял по 85%, а на третьей – 100% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса пирита:

$$m(\text{FeS}_2) = m(\text{породы}) \cdot w = 5 \cdot 0.85 = 4.25 \text{ т}$$

Стадии процесса синтеза серной кислоты:

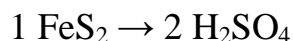


$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ (в реальном производстве триоксид серы поглощают раствором серной кислоты, получая олеум – смесь полисерных кислот).

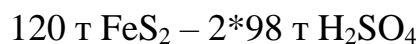


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

Суммарная схема процесса:



Согласно схеме,



$$4.25 \text{ т} - x$$

$$m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = x = 4,25 \cdot 2 \cdot 98 / 120 = 6.94 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 6.94 \cdot 0.85 \cdot 0.85 = 5.01 \text{ т}$$

где η_1 , η_2 – выход продукта по первым двум стадиям.

Масса 98%-го раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{практ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) / w = 5.01 / 0.98 = 5.1 \text{ т}$$

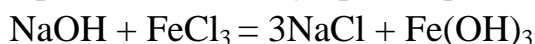
Ответ: 5.1 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 5,3 г гидроксида натрия, прилили раствор, содержащий 7,6 г хлорида железа (III). Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$



$$M_r(\text{NaOH}) = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{FeCl}_3) = 56 + 3 \cdot 35,5 = 162,5 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 56 + 3 \cdot (16 + 1) = 107 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = 5,3 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,133 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeCl}_3) = 7,6 \text{ г} / 162,5 \text{ г/моль} = 0,047 \text{ моль}$$

Раствор NaOH взят в избытке. Массу осадка $\text{Fe}(\text{OH})_3$ рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{FeCl}_3)$

$$n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,047 \text{ моль}, m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,047 \text{ моль} \cdot 107 \text{ г/моль} = 5,029 \text{ г}$$

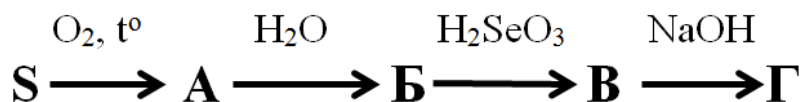
Ответ: 5.029 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

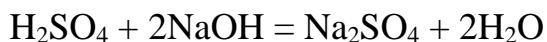
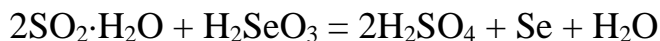
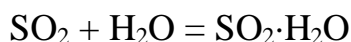
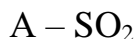
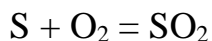
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений серы:



Определите вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

Решение:



Ответ: 142 (10 баллов)

Задание 8.

Выберите соединения, в которых есть только ковалентные связи. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. озонид калия
2. нитрат натрия
3. серная кислота
4. оксид хлора (V)
5. пентахлорид фосфора
6. хлорид аммония

Ответ: 345 (10 баллов)



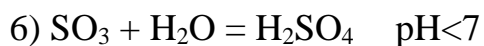
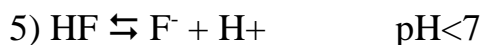
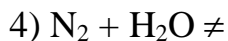
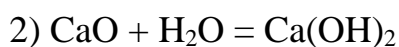
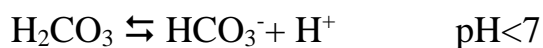
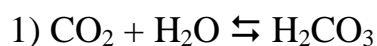
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 4

Задание 9.

Выберите вещества, которые при растворении в воде дают кислотную среду. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. оксид углерода (IV)
2. оксид кальция
3. гидроксид бора
4. азот
5. фтороводород
6. оксид серы (VI)

Решение:



Ответ: 1356 (10 баллов)