



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

Задание 1.

Выберите, какие из соединений имеют суммарный заряд электронов в молекуле, равный $1.6 \cdot 10^{-18}$ Кл. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. NH_3
2. PH_3
3. CO_2
4. CH_4
5. HF
6. HCl

Решение:

Число электронов в каждом из соединений:

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

10 электронов имеют следующие соединения: NH_3 (7+3), CH_4 (6+4), HF (1+9).

Ответ: 145 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Венеры равна 467°C , а атмосферное давление при данной температуре составляет 93.3 атм. Рассчитайте, чему будет равен молярный объём газа при данных условиях. Ответ дайте в л/моль, округлив до сотых. При расчётах примите $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$.

Решение:

Молярный объём ($n = 1$) газа на поверхности Венеры:

$$V_m = RT/p = 8.31 \cdot (467 + 273) / (93.3 \cdot 10^5) = 6.59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль} = 0.66 \text{ л/моль}.$$

Ответ: 0.66 (20 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 250 мл 25%-го раствора ($\rho = 1274$ г/л) и 350 мл 10%-го раствора ($\rho = 1109$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{р-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{р-ра}) + m_2(\text{р-ра})] \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.25 \cdot 0.25 \cdot 1274 + 0.1 \cdot 0.350 \cdot 1109] / (1274 \cdot 0.25 + 1109 \cdot 0.35) = 0.168 = \\&16.8\%\end{aligned}$$

Ответ: 16.8 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 200 г 15.0%-го раствора сульфата меди. Через некоторое время пластину вынули и высушили. Определите, из какого металла сделана пластина, если её масса уменьшилась на 0.10 г, а массовая доля сульфата меди в растворе после окончания реакции стала равной 6.996%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения. Атомную массу меди примите равной 64.

Решение:

Масса сульфата меди до реакции:

$$m_1(\text{CuSO}_4) = w_1 \cdot m_1(\text{р-ра}) = 0.15 \cdot 200 = 30 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{р-ра}) = 200 + 0.1 = 200.1 \text{ г.}$$

Масса сульфата меди после реакции:

$$m_2(\text{CuSO}_4) = w_2 \cdot m_1(\text{р-ра}) = 0.06996 \cdot 200.1 = 14.0 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего сульфата меди:

$$m_3(\text{CuSO}_4) = m_1(\text{CuSO}_4) - m_2(\text{CuSO}_4) = 30 - 14 = 16 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего сульфата меди:

$$n = m_3(\text{CuSO}_4) / M(\text{CuSO}_4) = 16 / 160 = 0.1 \text{ моль.}$$

Масса образовавшейся меди:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot A(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) \cdot A(\text{Cu}) = 0.1 \cdot 64 = 6.4 \text{ г.}$$

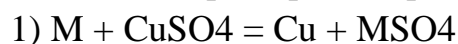
Масса растворившегося металла:

$$m(\text{M}) = 6.4 + 0.1 = 6.5 \text{ г.}$$



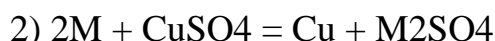
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

Возможны три варианта реакции металла с сульфатом меди:



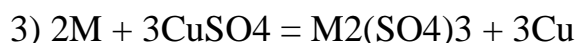
$$n(M) = n(Cu) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 6.5/0.1 = 65 \text{ – это цинк.}$$



$$n(M) = 2n(Cu) = 0.2 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 6.5/0.2 = 32.5 \text{ – такого металла нет.}$$



$$n(M) = 2/3n(Cu) = 0.067 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 6.5/0.067 = 97 \text{ – такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – цинк ($A = 65$).

Ответ: 65 (20 баллов)

Задание 5.

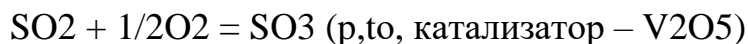
Рассчитайте массу 98% раствора серной кислоты, полученного из 10 т породы, содержащей 80% пирита, если выход продукта на первых двух стадиях синтеза составлял по 80%, а на третьей – 100% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса пирита:

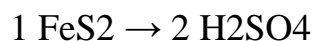
$$m(FeS_2) = m(\text{породы}) \cdot w = 10 \cdot 0.8 = 8 \text{ т}$$

Стадии процесса синтеза серной кислоты:



$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$ (в реальном производстве триоксид серы поглощают раствором серной кислоты, получая олеум – смесь полисерных кислот).

Суммарная схема процесса:



Согласно схеме,

$$120 \text{ т } FeS_2 - 2 \cdot 98 \text{ т } H_2SO_4$$

$$8 \text{ т} - x$$

$$m_{\text{теор}}(H_2SO_4) = x = 8 \cdot 2 \cdot 98 / 120 = 13.07 \text{ т.}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) * \eta_1 * \eta_2 = 13.07 * 0.8 * 0.8 = 8.36 \text{ т}$$

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

Масса 98%-го раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{практ}}(\text{H}_2\text{SO}_4) / w = 8.36 / 0.98 = 8.5 \text{ т}$$

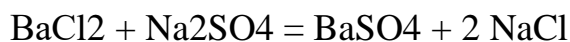
Ответ: 8.5 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 4,5 г хлорида бария, прилили раствор, содержащий 6,3 г сульфата натрия. Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок BaSO_4



$$M_r(\text{BaCl}_2) = 137 + 2 * 35,5 = 208 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 * 23 + 32 + 4 * 16 = 142 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{BaSO}_4) = 137 + 32 + 4 * 16 = 233 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{BaSO}_4) = 4,5 \text{ г} / 208 \text{ г/моль} = 0,022 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 6,3 \text{ г} / 142 \text{ г/моль} = 0,044 \text{ моль}$$

Раствор Na_2SO_4 взят в двукратном избытке. Массу осадка BaCl_2 рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{BaCl}_2)$

$$n(\text{BaSO}_4) = 0,22 \text{ моль}, m(\text{BaSO}_4) = 0,22 \text{ моль} * 233 \text{ г/моль} = 5,126 \text{ г}$$

Ответ: 5.126 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

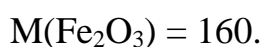
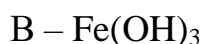
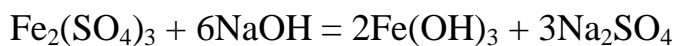
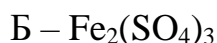
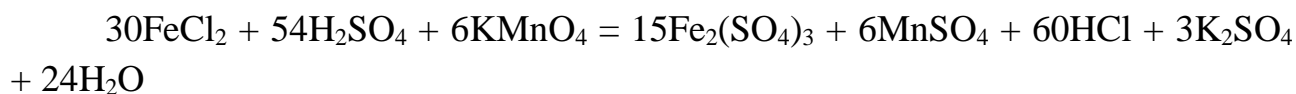
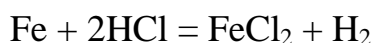
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений железа:



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

Решение:



Ответ: 160 (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. угольная кислота
2. карбонат кальция
3. оксид натрия
4. оксид азота (IV)
5. нитрат аммония
6. нитрид трихлора

Ответ: 146 (10 баллов)



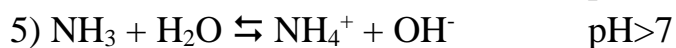
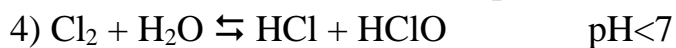
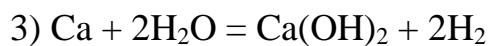
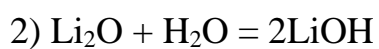
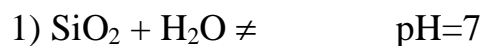
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 1

Задание 9.

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

1. диоксид кремния
2. оксид лития
3. кальций
4. хлор
5. аммиак
6. гидроксид калия

Решение:



Ответ: 2356 (10 баллов)