



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



Задание 1.

Выберите, какие из соединений имеют суммарный заряд электронов в формульной единице, равный $3.52 \cdot 10^{-18}$ Кл. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. CO_2
2. NO_2
3. SiO_2
4. N_2O
5. SiO
6. CaH_2

Решение:

$$N_e = Z/e = 3.52 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 22.$$

22 электрона имеют следующие соединения: CO_2 ($6+8 \cdot 2$), N_2O ($7 \cdot 2+8$), SiO ($14+8$), CaH_2 ($20+2$)

Ответ: 1456 (10 баллов)

Задание 2.

Газ на поверхности Венеры имеет молярный объём, равный 0.659 л/моль. Рассчитайте, чему равна температура на поверхности Венеры, если атмосферное давление там составляет 93.3 атм. Ответ дайте в градусах Цельсия, округлив до целочисленного значения. При расчётах примите $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$.

Решение:

По уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$T = pV_m/R = 9.33 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 6.59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль} / 8.31 \text{ (Дж/моль} \cdot \text{К)} = 740 \text{ К} = 467 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ответ: 467 (20 баллов)



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



Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 500 мл 35%-го раствора ($\rho = 1380$ г/л) и 350 мл 5%-го раствора ($\rho = 1054$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.35 \cdot 0.5 \cdot 1380 + 0.05 \cdot 0.35 \cdot 1054] / (1380 \cdot 0.5 + 1054 \cdot 0.35) = 0.245 = \\&24.5\%\end{aligned}$$

Ответ: 24.5 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 400 г 5.0%-го раствора нитрата свинца. Через некоторое время пластину вынули и высушили. Определите, из какого металла сделана пластина, если её масса увеличилась на 7.55 г, а массовая доля нитрата свинца в растворе после окончания реакции стала равной 0.879%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса нитрата свинца до реакции:

$$m_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = w_1 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.05 \cdot 400 = 20 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{p-ра}) = 400 - 7.55 = 392.45 \text{ г.}$$

Масса нитрата свинца после реакции:

$$m_2(\text{Pbg}(\text{NO}_3)_2) = w_2 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.00879 \cdot 392.45 = 3.45 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего нитрата свинца:

$$m_3(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = m_1(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) - m_2(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 20 - 3.45 = 16.55 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего нитрата свинца:

$$n = m_3(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 16.55 / 331 = 0.05 \text{ моль.}$$

Масса образовавшегося свинца:

$$m(\text{Pb}) = n(\text{Pb}) \cdot A(\text{Pb}) = n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) \cdot A(\text{Pb}) = 0.05 \cdot 207 = 10.35 \text{ г.}$$



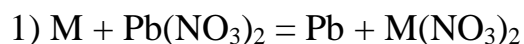
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 9



Масса растворившегося металла:

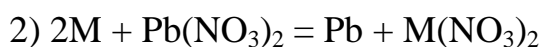
$$m(M) = 10.35 - 7.55 = 2.8 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции металла с нитратом свинца:



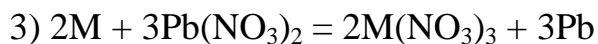
$$n(M) = n(Pb) = 0.05 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 2.8/0.05 = 56 - \text{это железо.}$$



$$n(M) = 2n(Pb) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 2.8/0.1 = 28 - \text{такого металла нет.}$$



$$n(M) = 2/3n(Pb) = 0.033 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 2.8/0.033 = 85 - \text{такого металла нет.}$$

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

Ответ: 56 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте объём аммиака, необходимый для получения 1 т 65%-го раствора азотной кислоты, если выход продукта на первых двух стадиях составляет по 85%, а на третьей – 90% от теоретического. Ответ дайте в кубометрах, округлив до целочисленного значения.

Решение:

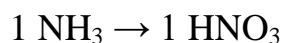
Масса 100%-й азотной кислоты:

$$m(HNO_3) = m(p-pa) * w = 1 * 0.65 = 0.65 \text{ т} = 650 \text{ кг.}$$

Стадии процесса синтеза азотной кислоты:



Суммарная схема процесса:



Согласно схеме,



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



22.4 л NH_3 – 63 г HNO_3 или

22.4 м³ NH_3 – 63 кг HNO_3

x – 650 кг HNO_3

$V_{\text{теор}}(\text{NH}_3) = x = 650 \cdot 22.4 / 63 = 231.1 \text{ м}^3$

$V_{\text{практ}}(\text{NH}_3) = V_{\text{теор}}(\text{NH}_3) / (\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3) = 231.1 / (0.85 \cdot 0.85 \cdot 0.9) = 355.4 = 355 \text{ м}^3$

где η_1, η_2, η_3 – выход продукта по каждой из стадий.

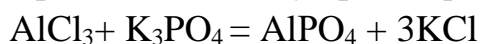
Ответ: 355 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 6,7 г хлорида алюминия, прилили раствор, содержащий 7.2 г ортофосфата калия. Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок AlPO_4



$M_r(\text{AlCl}_3) = 27 + 3 \cdot 35,5 = 133,5 \text{ г/моль}$

$M_r(\text{K}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot 39 + 31 + 4 \cdot 16 = 212 \text{ г/моль}$

$M_r(\text{AlPO}_4) = 27 + 31 + 4 \cdot 16 = 122 \text{ г/моль}$

$n(\text{AlCl}_3) = 6,7 \text{ г} / 133,5 \text{ г/моль} = 0,050 \text{ моль}$

$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 7,2 \text{ г} / 212 \text{ г/моль} = 0,034 \text{ моль}$

Раствор AlCl_3 взят в избытке. Массу осадка AlPO_4 рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{K}_3\text{PO}_4)$, таким образом $n(\text{AlPO}_4) = 0,034 \text{ моль}$, $m(\text{AlPO}_4) = 0,034 \text{ моль} \cdot 122 \text{ г/моль} = 4,148 \text{ г}$

Ответ: 4.148 (10 баллов)

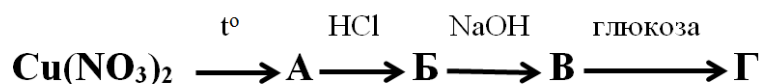


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 9



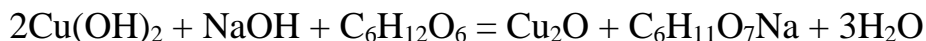
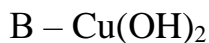
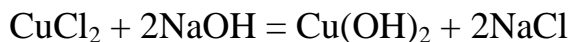
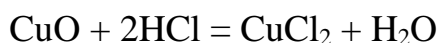
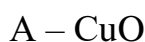
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений меди:



Определите вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения (атомную массу меди примите равной 63.5).

Решение:



$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = 64 \cdot 2 + 16 = 144.$$

Ответ: 144 (10 баллов)

Задание 8.

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

1. сульфид натрия
2. диоксид азота
3. оксид лития
4. сульфид углерода (IV)
5. хлорид иода (III)
6. нитрид натрия

Ответ: 136 (10 баллов)



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



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. иодоводород
2. оксид азота (V)
3. оксид азота (II)
4. диоксид кремния
5. оксид углерода (IV)
6. трихлорид фосфора

Решение:

- 1) $\text{HBr} = \text{Br}^- + \text{H}^+$ $\text{pH} < 7$
- 2) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ $\text{pH} < 7$
- 3) $\text{NO} + \text{H}_2\text{O} \neq$ $\text{pH} = 7$
- 4) $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} \neq$ $\text{pH} = 7$
- 5) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$
 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ $\text{pH} < 7$
- 6) $\text{PCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{HCl} + \text{H}_3\text{PO}_3$ $\text{pH} < 7$

Ответ: 1256 (10 баллов)