



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

Задание 1.

Выберите, какие из соединений имеют суммарный заряд электронов в формульной единице, равный $5.76 \cdot 10^{-18}$ Кл. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. HBr
2. CaO₂
3. GeH₄
4. CO₂
5. H₂S
6. H₂Se

Решение:

$$N_e = Z/e = 5.76 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 36.$$

36 электронов имеют следующие соединения: HBr (1+35), CaO₂ (20+8*2), AsH₃ (33+3), H₂Se (2+34).

Ответ: 1236 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Марса равна -60 °С, а атмосферное давление при данной температуре составляет 0.6 кПа. Рассчитайте, какой объём будет занимать 2 моль газа при данных условиях. Ответ дайте в литрах, округлив до целочисленного значения.

Решение:

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

$$V_m = RT/p = 8.31 \cdot (273 - 60) / 600 = 2.95 \text{ м}^3/\text{моль} = 2950 \text{ л/моль}.$$

Два моль газа будут занимать объём:

$$V = n \cdot V_m = 2 \cdot 2950 = 5900 \text{ л}.$$

Ответ: 5900 (20 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном сливанием 100 мл 50%-го раствора ($\rho = 1395$ г/л) и 350 мл 10%-го раствора ($\rho = 1066$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\&= \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.1 \cdot 0.5 \cdot 1395 + 0.1 \cdot 0.35 \cdot 1066] / (1395 \cdot 0.1 + 1066 \cdot 0.35) = 0.209 = \\&20.9\%\end{aligned}$$

Ответ: 20.9 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 100 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 7.55 г, а массовая доля нитрата серебра в растворе после окончания реакции стала равной 3.24%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Масса нитрата серебра до реакции:

$$m_1(\text{AgNO}_3) = w_1 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.2 \cdot 100 = 20 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{p-ра}) = 100 - 7.55 = 92.45 \text{ г.}$$

Масса нитрата серебра после реакции:

$$m_2(\text{AgNO}_3) = w_2 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.0324 \cdot 92.45 = 3.0 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего нитрата серебра:

$$m_3(\text{AgNO}_3) = m_1(\text{AgNO}_3) - m_2(\text{AgNO}_3) = 20 - 3 = 17.0 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего нитрата серебра:

$$n = m_3(\text{AgNO}_3) / M(\text{AgNO}_3) = 17 / 170 = 0.1 \text{ моль.}$$

Масса образовавшегося серебра:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Ag}) \cdot A(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3) \cdot A(\text{Ag}) = 0.1 \cdot 108 = 10.8 \text{ г.}$$

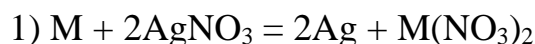


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

Масса растворившегося металла:

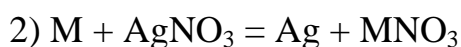
$$m(M) = 10.8 - 7.55 = 3.25 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции металла с нитратом серебра:



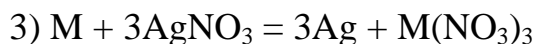
$$n(M) = 1/2n(Ag) = 0.1/2 = 0.05 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 3.25/0.05 = 65 - \text{это цинк.}$$



$$n(M) = n(Ag) = 0.2 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 3.25/0.1 = 32.5 - \text{такого металла нет.}$$



$$n(M) = 1/3n(Ag) = 0.033 \text{ моль}$$

$A(M) = m(M)/n(M) = 3.2/0.0333 = 96 - \text{такого металла нет (молибден нитрата в степени окисления +3 не образует)}$

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

Ответ: 65 (20 баллов)

Задание 5.

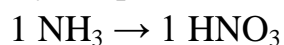
Рассчитайте массу 65%-го раствора азотной кислоты, полученной из 50 м³ аммиака, если выход продукта на первых двух стадиях составлял по 85%, а на третьей – 90% от теоретического. Ответ дайте в килограммах, округлив до десятых.

Решение:

Стадии процесса синтеза азотной кислоты:



Суммарная схема процесса:



Согласно схеме,

$$22.4 \text{ л } NH_3 - 63 \text{ г } HNO_3 \text{ или}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

$$22.4 \text{ м}^3 \text{ NH}_3 - 63 \text{ кг HNO}_3 \\ 50 \text{ м}^3 - x$$

$$m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3) = x = 50 \cdot 63 / 22.4 = 140.63 \text{ кг}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3) = m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3) \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 140.63 \cdot 0.85 \cdot 0.85 \cdot 0.9 = 91.44$$

кг,

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

Масса 65% раствора азотной кислоты равна:

$$m(\text{р-ра}) = m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3) / w = 91.44 / 0.65 = 140.7 \text{ кг}$$

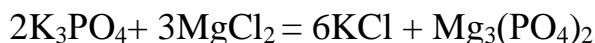
Ответ: 140.7 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 12,8 г фосфата калия, прилили раствор, содержащий 9,4 г хлорида магния. Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$



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

$$M_r(\text{MgCl}_2) = 24 + 2 \cdot 35,5 = 95 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 3 \cdot 24 + 2 \cdot (31 + 4 \cdot 16) = 262 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{K}_3\text{PO}_4) = 4,7 \text{ г} / 138 \text{ г/моль} = 0,034 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgCl}_2) = 5,4 \text{ г} / 111 \text{ г/моль} = 0,049 \text{ моль}$$

Раствор MgCl_2 взят в избытке. Массу осадка $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{K}_3\text{PO}_4)$

$$n(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,034 \text{ моль}, m(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,034 \text{ моль} \cdot 262 \text{ г/моль} = 15,720 \text{ г}$$

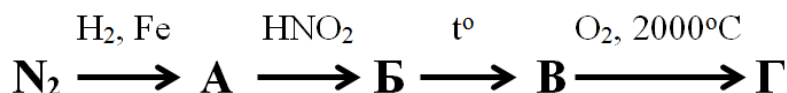
Ответ: 15.720 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

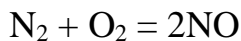
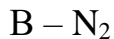
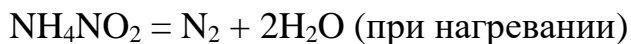
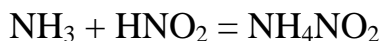
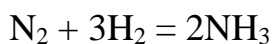
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений азота:



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

Решение:



Ответ: 30 (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. бромид фосфора (V)
2. нитрат аммония
3. диоксид серы
4. пероксид водорода
5. пероксид натрия
6. бромид кальция

Ответ: 134 (10 баллов)



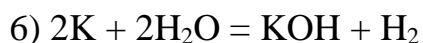
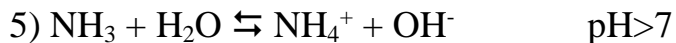
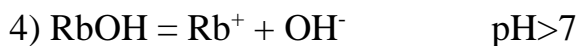
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 6

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 бария
2. оксид железа(II)
3. гидроксид бора
4. гидроксид рубидия
5. аммиак
6. калий

Решение:



Ответ: 1456 (10 баллов)