



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

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. AsH₃
2. CO
3. CaS
4. CaO
5. HI
6. H₂Se

Решение:

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

36 электронов имеют следующие соединения: AsH₃ (33+3), CaS (20+16), H₂Se (2+34).

Ответ: 136 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Венеры равна 467 °С, а атмосферное давление при данной температуре составляет 93.3 атм. Рассчитайте, какой объём будет занимать 2 моль газа при данных условиях. Ответ дайте в литрах, округлив до целочисленного значения. При расчётах примите 1 атм = 10⁵ Па.

Решение:

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

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

Два моль газа будут занимать объём:

$$V = n \cdot V_m = 2 \cdot 0.66 = 1.32 \text{ л.}$$

Ответ: 1.32 (20 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 100 мл 40%-го раствора ($\rho = 1430$ г/л) и 300 мл 5%-го раствора ($\rho = 1054$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.1 \cdot 0.4 \cdot 1430 + 0.05 \cdot 0.3 \cdot 1054] / (1430 \cdot 0.1 + 1054 \cdot 0.3) = 0.159 = \\&15.9\%\end{aligned}$$

Ответ: 15.9 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 250 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 15.2 г, а массовая доля нитрата серебра в растворе после окончания реакции стала равной 6.81%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса нитрата серебра до реакции:

$$m_1(\text{AgNO}_3) = w_1 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.2 \cdot 250 = 50 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{p-ра}) = 250 - 15.2 = 234.8 \text{ г.}$$

Масса нитрата серебра после реакции:

$$m_2(\text{AgNO}_3) = w_2 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.0681 \cdot 234.8 = 16.0 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего нитрата серебра:

$$m_3(\text{AgNO}_3) = m_1(\text{AgNO}_3) - m_2(\text{AgNO}_3) = 50 - 16 = 34.0 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего нитрата серебра:

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

Масса образовавшегося серебра:

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

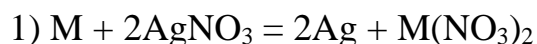


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

Масса растворившегося металла:

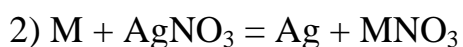
$$m(M) = 21.6 - 15.2 = 6.4 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции металла с нитратом серебра:



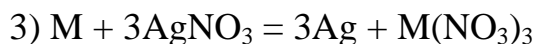
$$n(M) = 1/2n(Ag) = 0.2/2 = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 6.4/0.1 = 64 - \text{это медь.}$$



$$n(M) = n(Ag) = 0.2 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 6.4/0.2 = 32 - \text{такого металла нет.}$$



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

$A(M) = m(M)/n(M) = 6.4/0.0667 = 96$ – такого металла нет (молибден нитрата в степени окисления +3 не образует).

Таким образом, неизвестный металл – медь ($A = 64$).

Ответ: 64 (20 баллов)

Задание 5.

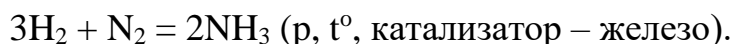
Рассчитайте массу аммиака, полученного из 50 м^3 воздуха (79 об.% азота), если выход продукта составил 75% от теоретического. Ответ дайте в килограммах, округлив до десятых.

Решение:

Объём азота:

$$V(N_2) = V(\text{воздух}) \cdot \varphi = 50 \cdot 0.79 = 39.5 \text{ м}^3.$$

Реакция синтеза аммиака:



Согласно реакции,

$$22.4 \text{ л } N_2 - 34 \text{ г } NH_3 \text{ или}$$

$$22.4 \text{ м}^3 N_2 - 34 \text{ кг } NH_3$$

$$39.5 - x \text{ кг } NH_3$$

$$m_{\text{теор}}(NH_3) = x = 39.5 \cdot 34 / 22.4 = 59.96 \text{ кг.}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

$$m_{\text{практ}}(\text{NH}_3) = m_{\text{теор}}(\text{NH}_3) * \eta = 59.96 * 0.75 = 45.0 \text{ кг.}$$

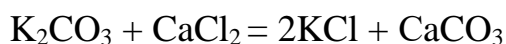
Ответ: 45.0 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 4,7 г карбоната калия, прилили раствор, содержащий 5,4 г хлорида кальция. Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок CaCO_3



$$M_r(\text{K}_2\text{CO}_3) = 2 * 39 + 12 + 3 * 16 = 138 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{CaCl}_2) = 40 + 2 * 35,5 = 111 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3 * 16 = 100 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 4,7 \text{ г} / 138 \text{ г/моль} = 0,034 \text{ моль}$$

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

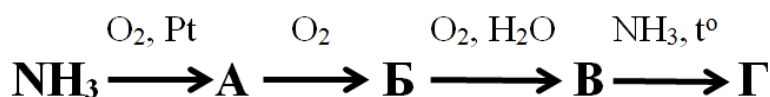
Раствор CaCl_2 взят в избытке. Массу осадка CaCO_3 рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{K}_2\text{CO}_3)$

$$n(\text{CaCO}_3) = 0,034 \text{ моль}, m(\text{CaCO}_3) = 0,034 \text{ моль} * 100 \text{ г/моль} = 3,400 \text{ г}$$

Ответ: 3.400 (10 баллов)

Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений азота:

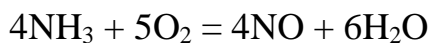


Определите вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

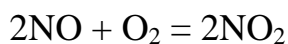


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

Решение:



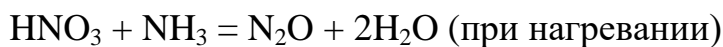
А – NO



Б – NO₂



В – HNO₃



Г – N₂O



Ответ: 44 (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. нитрид лития
2. озонид калия
3. нитрид трихлора
4. хлорид аммония
5. оксид кальция
6. сульфид кальция

Ответ: 156 (10 баллов)

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 железа (III)
2. оксид азота (II)
3. оксид азота (V)
4. бромоводород



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 5

5. пентахлорид фосфора
6. оксид серы (VI)

Решение:

7. 1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \neq$ pH=7
8. 2) $\text{NO} + \text{H}_2\text{O} \neq$ pH=7
9. 3) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3$ pH<7
10. 4) $\text{HBr} = \text{Br}^- + \text{H}^+$ pH<7
11. 5) $\text{P}_4\text{O}_{10} + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{PO}_4$
12. $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+$ pH<7
13. 6) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ pH<7
14. **Ответ: 3456 (10 баллов)**