



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

Задание 1.

Каждое из бинарных соединений А и Б имеет суммарный заряд электронов в молекуле, равный $1.6 \cdot 10^{-18}$ Кл. При температуре $25\text{ }^\circ\text{C}$ оба вещества являются газообразными. Водный раствор А имеет $\text{pH} > 7$, вещество Б в воде практически не растворяется. Какое соединение образуется при полном сжигании Б с последующим пропусканием продуктов сгорания в водный раствор вещества А? В ответе укажите молярную массу этого соединения, округлив до целочисленного значения.

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: CH_4 , NH_3 , H_2O , HF .

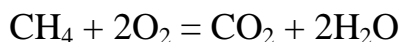
Только одно из них имеет в растворе $\text{pH} > 7$ – NH_3 :



Таким образом, соединение А – NH_3 .

В воде практически нерастворим метан CH_4 (соединение Б).

Уравнение реакции сгорания метана:



При пропускании углекислого газа в раствор аммиака образуется гидрокарбонат аммония:



$$M(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 79.$$

Ответ: 79 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Марса равна $-60\text{ }^\circ\text{C}$, а атмосферное давление при данной температуре составляет 0.6 кПа . Рассчитайте, какую плотность будет иметь углекислый газ при данных условиях. Ответ дайте в г/м^3 , округлив до десятых.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

Решение:

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

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

Плотность газа связана с его молярным объёмом и молярной массой соотношением:

$$\rho = M/V_m = 44/2.95 = 14.9 \text{ г/м}^3.$$

Ответ: 14.9 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида калия в растворе, полученном сливанием 200 мл 20%-го раствора ($\rho = 1186 \text{ г/л}$) и 200 мл 2М раствора ($\rho = 1095 \text{ г/л}$). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{KOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{KOH}) + m_2(\text{KOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] = \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.2 \cdot 0.2 \cdot 1186 + 2 \cdot 0.2 \cdot 56] / (1186 \cdot 0.2 + 1095 \cdot 0.2) = 0.153 = 15.3\% \end{aligned}$$

Ответ: 15.3 (10 баллов)

Задание 4.

В 250 г раствора нитрата неизвестного металла внесли цинковую пластину. После полного протекания реакции масса цинковой пластины уменьшилась на 0.10 г, а массовая доля нитрата цинка в растворе составила 7.557%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-ра}) = 250 + 0.1 = 250.1 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата цинка:

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-ра}) = 250.1 \cdot 0.07557 = 18.9 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего цинка:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 18.9 / 189 = 0.1 \text{ моль}$$



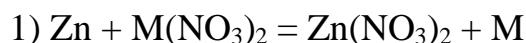
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

$$m(\text{Zn}) = 0.1 * 65 = 6.5 \text{ г}$$

Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

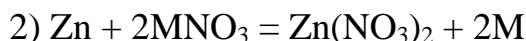
$$m(\text{M}) = 6.5 - 0.1 = 6.4 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции цинка с нитратом металла::



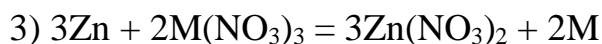
$$n(\text{M}) = n(\text{Zn}) = 0.1 \text{ моль}$$

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



$$n(\text{M}) = 2n(\text{Zn}) = 0.2 \text{ моль}$$

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



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

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 6.4/0.067 = 95.5 - \text{такого металла нет.}$$

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

Ответ: 64 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу чугуна, содержащего 96% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 30% магнетита и 60% гематита, если выход конечного продукта составляет 80% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) * w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 * 0.3 = 3 \text{ т}$$

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) * w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 * 0.6 = 6 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:

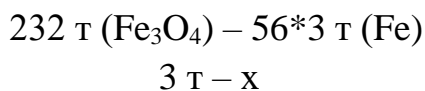




Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

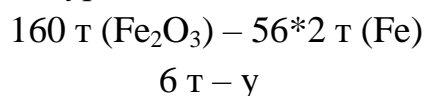
(восстановление руды в доменной печи происходит угарным газом, образующимся при окислении кокса кислородом воздуха).

По уравнению 1:



$$m_1(\text{Fe}) = x = 3 \cdot 56 \cdot 3 / 232 = 2.17 \text{ т.}$$

По уравнению 2:



$$m_2(\text{Fe}) = y = 6 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 4.2 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 2.17 + 4.2 = 6.37 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 6.37 \cdot 0.80 = 5.096 \text{ т.}$$

Масса чугуна:

$$m(\text{чугуна}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 5.096 / 0.96 = 5.3 \text{ т}$$

Ответ: 5.3 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) молярного раствора гидроксида натрия, необходимый для нейтрализации 8.3 г натрия фосфата двузамещённого двухводного. Ответ округлите до целочисленного значения.

Решение:



$$M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 178 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 8.3 \text{ г} / 178 \text{ г/моль} = 0.047 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.047 \text{ моль}$$

В объеме 125 мл, т.е. 0.125 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{Na}_2\text{HPO}_4 = 0.047 \text{ моль} / 0.125 \text{ л} = 0.376 \text{ М}$$

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$0.376 \text{ М (р-ра Na}_2\text{HPO}_4) \cdot 125 \text{ мл} = 1 \text{ М (р-ра NaOH)} \cdot V_2$$

$$V_2 = 47 \text{ мл}$$



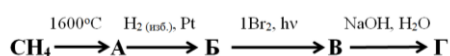
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

Для нейтрализации потребуется 47 мл молярного раствора гидроксида натрия.

Ответ: 47 (10 баллов)

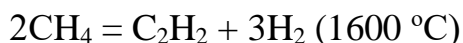
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:

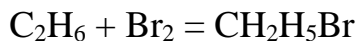
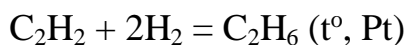


Определите органические вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

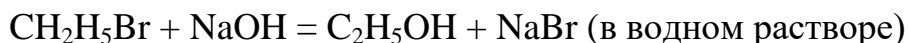
Решение:



А – ацетилен (этин) C_2H_2



В – бромэтан $\text{CH}_2\text{H}_5\text{Br}$



Г – этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



Ответ: 46 (10 баллов)

Задание 8.

Укажите те воздействия, которые приведут к смещению данного равновесия вправо:



1. понижение давления
2. понижение температуры
3. добавление воды
4. повышение давления
5. добавление катализатора
6. добавление ацетилена
7. повышение температуры



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 3

В ответе укажите номера вариантов в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

Решение:

Так как реакция экзотермическая, смещению равновесия вправо будет способствовать понижение температуры.

Так как суммарные количества газов справа меньше, чем слева, смещению равновесия вправо будет способствовать повышение давления.

Добавление газообразного исходного вещества согласно принципу Ле-Шателье, смещает равновесие в сторону продуктов реакции, поэтому смещению равновесия вправо будет способствовать добавление ацетилен.

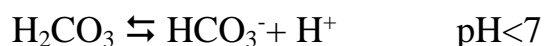
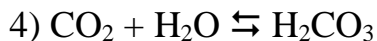
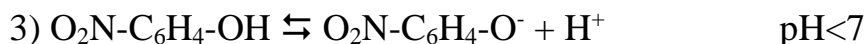
Ответ: 246 (10 баллов)

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. аминокислота
2. этанол
3. м-нитрофенол
4. оксид углерода(IV)
5. ацетат натрия
6. этановая кислота

Решение:



Ответ: 346 (10 баллов)