



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

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°C вещество А является жидкостью, вещество Б представляет собой газ, практически не растворяющийся в воде. Какое соединение образуется при полном сжигании Б с последующим пропуском продуктов сгорания в жидкость А? В ответе укажите молярную массу этого соединения, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Число электронов в каждом из соединений:

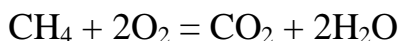
$$N_e = Z/e = 1.6 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 10.$$

10 электронов имеют следующие соединения: CH_4 , NH_3 , H_2O , HF .

Жидкостью при 25°C из этих соединений является только вода H_2O (соединение А).

В воде практически нерастворим метан CH_4 (соединение Б).

Уравнение реакции сгорания метана:



При пропуске углекислого газа в воду образуется угольная кислота:



$$M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62.$$

Ответ: 62 (10 баллов)

Задание 2.

Азот на поверхности Марса имеет плотность, равную 9.5 г/м^3 . Рассчитайте, чему равно атмосферное давление на поверхности Марса, если средняя температура там составляет -60°C . Ответ дайте в кПа, округлив до десятых.

Решение:

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

$$\rho = M/V_m.$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

Отсюда $V_m = M/\rho = 28 \text{ г/моль} / 9.5 \cdot 10^{-3} \text{ г/л} = 2947.4 \text{ л/моль} = 2.947 \text{ м}^3/\text{моль}$.

По уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$p = RT/V_m = 8.31 \cdot (273 - 60) / 2.9474 = 600 \text{ Па} = 0.6 \text{ кПа}$$

Ответ: 0.6 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном сливанием 200 мл 96%-го раствора ($\rho = 1836 \text{ г/л}$) и 300 мл 0.1М раствора ($\rho = 1005 \text{ г/л}$). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{H}_2\text{SO}_4)/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_2(\text{H}_2\text{SO}_4)] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.96 \cdot 0.2 \cdot 1836 + 0.1 \cdot 0.3 \cdot 98] / (1836 \cdot 0.2 + 1005 \cdot 0.3) = 0.532 = 53.2\% \end{aligned}$$

Ответ: 53.2 (10 баллов)

Задание 4.

В 200 г раствора нитрата неизвестного металла внесли цинковую пластину. После полного протекания реакции масса цинковой пластины увеличилась на 4.7 г, а массовая доля нитрата цинка в растворе составила 9.68%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-ра}) = 200 - 4.7 = 195.3 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата цинка:

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-ра}) = 195.3 \cdot 0.0968 = 18.905 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего цинка:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 18.905 / 189 = 0.10$$

моль

$$m(\text{Zn}) = 0.10 \cdot 65 = 6.50 \text{ г}$$

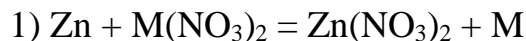


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

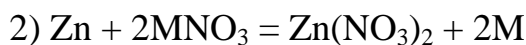
$$m(M) = 4.7 + 6.5 = 11.2 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции цинка с нитратом металла:



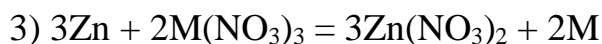
$$n(M) = n(\text{Zn}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 11.2/0.1 = 112 \text{ – это кадмий.}$$



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

$A(M) = m(M)/n(M) = 11.2/0.2 = 56$ – такого металла нет (железо в соединениях степень окисления +1 иметь не может).



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

$$A(M) = m(M)/n(M) = 11.2/0.067 = 168 \text{ – такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – кадмий Cd ($A = 112$).

Ответ: 112 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу чугуна, содержащего 94% железа, которую можно получить из 5 тонн породы, содержащей 50% магнетита и 40% гематита, если выход конечного продукта составляет 85% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 5 \cdot 0.5 = 2.5 \text{ т}$$

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5 \cdot 0.4 = 2 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:

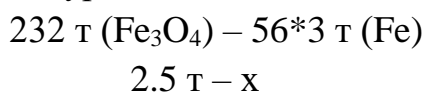




Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

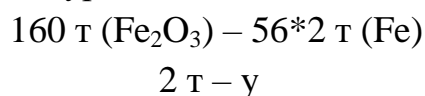
(восстановление руды в доменной печи происходит угарным газом, образующимся при окислении кокса кислородом воздуха).

По уравнению 1:



$$m_1(\text{Fe}) = x = 2.5 \cdot 56 \cdot 3 / 232 = 1.81 \text{ т.}$$

По уравнению 2:



$$m_2(\text{Fe}) = y = 2 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 1.4 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 1.81 + 1.40 = 3.21 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 3.21 \cdot 0.85 = 2.729 \text{ т.}$$

Масса чугуна:

$$m(\text{чугуна}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 2.729 / 0.94 = 2.9 \text{ т}$$

Ответ: 2.9 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) децимолярного раствора гидроксида натрия, необходимый для нейтрализации 3.7 г натрия гидроортофосфата семиводного. Ответ округлите до целочисленного значения.

Решение:



$$M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 268 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 3.7 \text{ г} / 268 \text{ г/моль} = 0.014 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0.014 \text{ моль}$$

В объеме 21 мл, т.е. 0.021 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{Na}_2\text{HPO}_4 = 0.014 \text{ моль} / 0.021 \text{ л} = 0.667 \text{ М}$$

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

$$0.667 \text{ М (р-ра Na}_2\text{HPO}_4) \cdot 0.021 \text{ л} = 0.01 \text{ М (р-ра NaOH)} \cdot V_2$$

$$V_2 = 0.140 \text{ л}$$



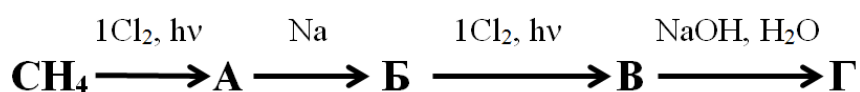
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

Для нейтрализации потребуется 140 мл децимолярного раствора гидроксида натрия.

Ответ: 140 (10 баллов)

Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:

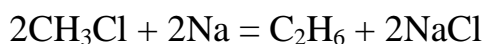


Определите органические вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

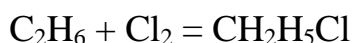
Решение:



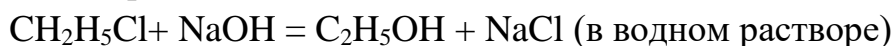
А – хлорметан CH_3Cl



Б – этан C_2H_6



В – хлорэтан $\text{CH}_2\text{H}_5\text{Cl}$



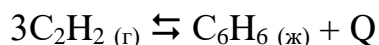
Г – этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46.$$

Ответ: 46 (10 баллов)

Задание 8.

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



1. понижение температуры
2. добавление ацетилена
3. добавление катализатора
4. повышение давления



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2

5. повышение температуры
6. добавление C_6H_6 (ж)
7. понижение давления

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

Решение:

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

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

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

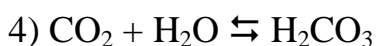
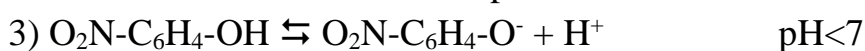
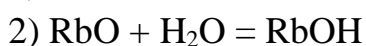
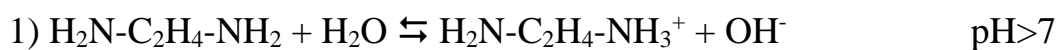
Ответ: 124 (10 баллов)

Задание 9.

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

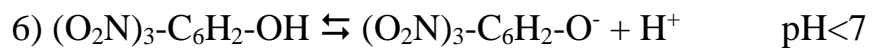
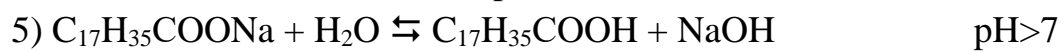
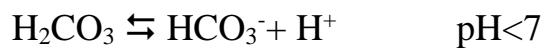
1. этилендиамин
2. оксид рубидия
3. о-нитрофенол
4. оксид углерода (IV)
5. стеарат натрия
6. 2,4,6-тринитрофенол

Решение:





Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 2



Ответ: 125 (10 баллов)