



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

Задание 1.

Каждое из бинарных соединений А и Б имеет суммарный заряд электронов в формульной единице, равный $3.52 \cdot 10^{-18}$ Кл. При температуре 25°C А представляет собой твёрдое вещество, бурно реагирующее с водой, а вещество Б – газ, водный раствор которого имеет слабокислую среду. Какое малорастворимое в воде соединение образуется при взаимодействии А и Б в присутствии следов влаги? В ответе укажите молярную массу этого соединения, округлив до целочисленного значения.

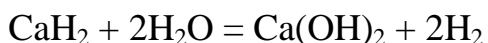
Решение:

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

22 электрона имеют следующие соединения: CaH_2 , SiO , CO_2 , Li_2S , BeF_2 , MgB_2 .

Газ, водный раствор которого имеет слабокислую среду – CO_2 (соединение Б).

С водой бурно реагирует гидрид кальция:



Таким образом, А – CaH_2 .

Реакция между А и Б в присутствии следов влаги:



$$M(\text{CaCO}_3) = 100.$$

Ответ: 100 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Марса равна -60°C , а атмосферное давление при данной температуре составляет 0.6 кПа. Рассчитайте, какую плотность будет иметь аргон при данных условиях. Ответ дайте в г/м^3 , округлив до десятых.

Решение:

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

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

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

$$\rho = M/V_m = 40/2,95 = 13.6 \text{ г/м}^3.$$

Ответ: 13.6 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в растворе, полученном сливанием 100 мл 7М раствора ($\rho = 1221 \text{ г/л}$) и 300 мл 5%-го раствора ($\rho = 1026 \text{ г/л}$). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{HNO}_3)/m(\text{p-pa}) = [m_1(\text{HNO}_3) + m_2(\text{HNO}_3)] / [m_1(\text{p-pa}) + m_2(\text{p-pa})] \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.05 \cdot 0.3 \cdot 1026 + 7 \cdot 0.1 \cdot 63] / (1026 \cdot 0.3 + 1221 \cdot 0.1) = 0.138 = 13.8\% \end{aligned}$$

Ответ: 13.8 (10 баллов)

Задание 4.

В 200 г раствора нитрата неизвестного металла внесли железную пластину. После полного протекания реакции масса железной пластины увеличилась на 8.0 г, а массовая доля нитрата железа(II) в растворе составила 4.923%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-pa}) = 200 - 8.0 = 192 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата железа:

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-pa}) = 192.0 \cdot 0.04923 = 9.452 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего железа:

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 9.452 / 180 = 0.05 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 0.05 \cdot 56 = 2.8 \text{ г}$$

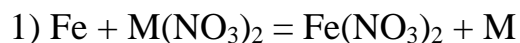
Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

$$m(\text{M}) = 2.8 + 8 = 10.8 \text{ г.}$$



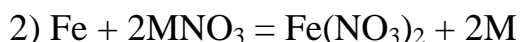
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

Возможны три варианта реакции железа с нитратом металла:



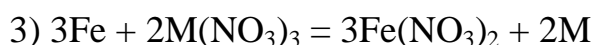
$$n(\text{M}) = n(\text{Fe}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 10.87/0.05 = 216 - \text{такого металла нет.}$$



$$n(\text{M}) = 2n(\text{Fe}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 10.8/0.1 = 108 - \text{это серебро.}$$



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

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 10.8/0.033 = 327 - \text{такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – серебро ($A = 108$).

Ответ: 108 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу нержавеющей стали, содержащей 75% железа, которую можно получить из 5 тонн породы, содержащей 50% магнетита и 30% гематита, если выход конечного продукта составляет 75% 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:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5 \cdot 0.3 = 1.5 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:



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

По уравнению 1:

$$232 \text{ т} (\text{Fe}_3\text{O}_4) - 56 \cdot 3 \text{ т} (\text{Fe})$$

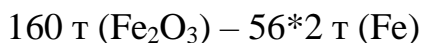
$$2.5 \text{ т} - x$$

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

По уравнению 2:



$$1.5 \text{ т} - y$$

$$m_2(\text{Fe}) = y = 1.5 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 1.05 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 1.81 + 1.05 = 2.86 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 2.86 \cdot 0.75 = 2.145 \text{ т.}$$

Масса стали:

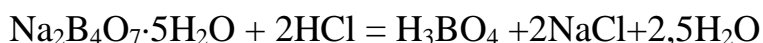
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 2.145 / 0.75 = 2.9 \text{ т}$$

Ответ: 2.9 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) молярного раствора соляной кислоты, необходимый для нейтрализации 18,7 г ювелирной буры (тетрабората натрия пентагидрата). Ответ дайте с точностью до сотых.

Решение:



$$M_r(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 292 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 18,7 \text{ г} / 292 \text{ г/моль} = 0,064 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,064 \text{ моль}$$

В объеме 184 мл, т.е. 0,184 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0,064 \text{ моль} / 0,184 \text{ л} = 0,348 \text{ М}$$

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

$$0,348 \text{ М (р-ра Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot 184 \text{ мл} = 1 \text{ М (р-ра HCl)} \cdot V_2$$

$$V_2 = 64,032 \text{ мл}$$

Для нейтрализации потребуется 64,032 мл молярного раствора соляной кислоты

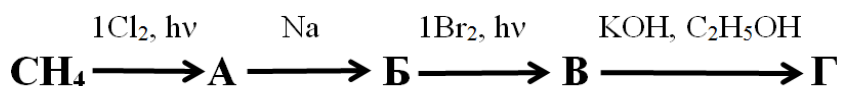
Ответ: 64.03 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:

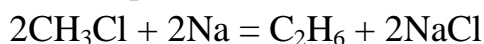


Определите органические вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

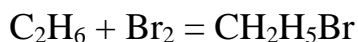
Решение:



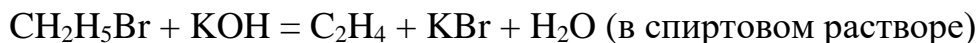
А – хлорметан CH_3Cl



Б – этан C_2H_6



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



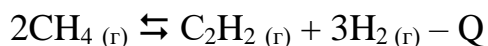
Г – этилен (этен) C_2H_4

$$M(\text{C}_2\text{H}_4) = 28.$$

Ответ: 28 (10 баллов)

Задание 8.

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



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

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 8

Решение:

Так как реакция эндотермическая, смещению равновесия влево будет способствовать понижение температуры.

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

Добавление газообразного продукта реакции согласно принципу Ле-Шателье, смещает равновесие в сторону реагентов, поэтому смещению равновесия влево будет способствовать добавление ацетилена.

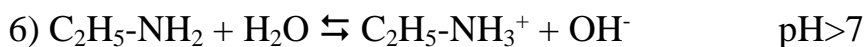
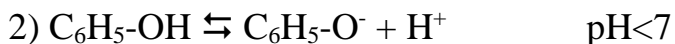
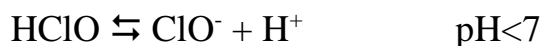
Ответ: 124 (10 баллов)

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. оксид хлора (I)
2. фенол
3. оксид лития
4. аминокислота
5. стеарат натрия
6. этиламин

Решение:



Ответ: 356 (10 баллов)