



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

Задание 1.

Каждое из бинарных соединений А и Б имеет суммарный заряд электронов в формульной единице, равный $2.88 \cdot 10^{-18}$ Кл. При температуре 25 °С оба вещества являются газообразными. Оба газа практически не растворяются в воде, а газ Б самовоспламеняется на воздухе. Какое вещество будет находиться в растворе при сжигании смеси А и Б с последующим растворением продуктов сгорания в избытке горячей воды? В ответе укажите молярную массу этого вещества, округлив до целочисленного значения.

Решение:

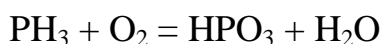
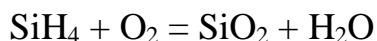
$$N_e = Z/e = 2.88 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 18.$$

18 электронов имеют следующие соединения: SiH₄, PH₃, H₂S, HCl.

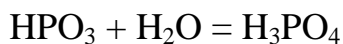
В воде не растворяются PH₃ и SiH₄. На воздухе самовоспламеняется силан SiH₄ (фосфин воспламеняется только в присутствии следов дифосфина P₂H₄).

Таким образом, А – PH₃, Б – SiH₄.

Уравнения реакций горения А и Б:



При растворении в горячей воде метафосфорной кислоты образуется ортофосфорная:



$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98.$$

Ответ: 98 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Марса равна -60 °С, а атмосферное давление при данной температуре составляет 0.6 кПа. Рассчитайте, какую плотность будет иметь азот при данных условиях. Ответ дайте в г/м³, округлив до десятых.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

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:

$$\rho = M/V_m = 28/2,95 = 9.5 \text{ г/м}^3.$$

Ответ: 9.5 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном сливанием 300 мл 50%-го раствора ($\rho = 1395 \text{ г/л}$) и 300 мл 0.2М ($\rho = 1010 \text{ г/л}$). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{H}_2\text{SO}_4)/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) + m_2(\text{H}_2\text{SO}_4)] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.5 \cdot 0.3 \cdot 1395 + 0.2 \cdot 0.3 \cdot 98] / (1395 \cdot 0.3 + 1010 \cdot 0.3) = 0.298 = 29.8\% \end{aligned}$$

Ответ: 29.8 (10 баллов)

Задание 4.

В 200 г раствора нитрата неизвестного металла внесли железную пластину. После полного протекания реакции масса железной пластины увеличилась на 0.8 г, а массовая доля нитрата железа(II) в растворе составила 9.036%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-ра}) = 200 - 0.8 = 199.2 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата железа:

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-ра}) = 199.2 \cdot 0.09036 = 18.0 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего железа:

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 18.0 / 180 = 0.1 \text{ моль}$$



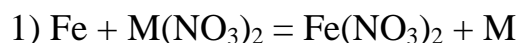
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

$$m(\text{Fe}) = 0.1 \cdot 56 = 5.6 \text{ г}$$

Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

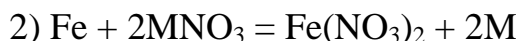
$$m(\text{M}) = 5.6 + 0.8 = 6.4 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции железа с нитратом металла:



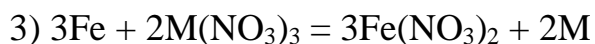
$$n(\text{M}) = n(\text{Fe}) = 0.1 \text{ моль}$$

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



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

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



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

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

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

Ответ: 64 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу стали, содержащей 99% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 30% магнетита и 55% гематита, если выход конечного продукта составляет 85% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

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

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0.55 = 5.5 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:

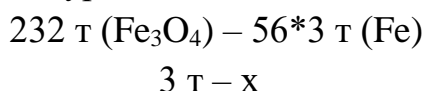


(восстановление руды в доменной печи происходит угарным газом, образующимся при окислении кокса кислородом воздуха).



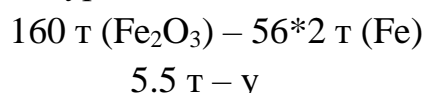
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

По уравнению 1:



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

По уравнению 2:



$$m_2(\text{Fe}) = y = 5.5 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 3.85 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 2.17 + 3.85 = 6.02 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 6.02 \cdot 0.85 = 5.12 \text{ т.}$$

Масса стали:

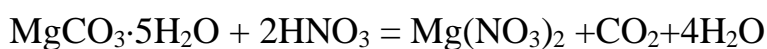
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 5.12 / 0.99 = 5.2 \text{ т}$$

Ответ: 5.2 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) молярного раствора азотной кислоты, необходимый для нейтрализации 7.4 г лансфордита (карбоната магния пятиводного). Ответ дайте с точностью до сотых.

Решение:



$$M_r(\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 168 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 7.4 \text{ г} / 168 \text{ г/моль} = 0.044 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0.044 \text{ моль}$$

В объеме 136 мл, т.е. 0.136 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{MgCO}_3 = 0.044 \text{ моль} / 0.136 \text{ л} = 0.324 \text{ М}$$

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

$$0.324 \text{ М (р-ра MgCO}_3) \cdot 136 \text{ мл} = 1 \text{ М (р-ра HNO}_3) \cdot V_2$$

$$V_2 = 44.064 \text{ мл}$$

Для нейтрализации потребуется 44,064 мл молярного раствора азотной кислоты.

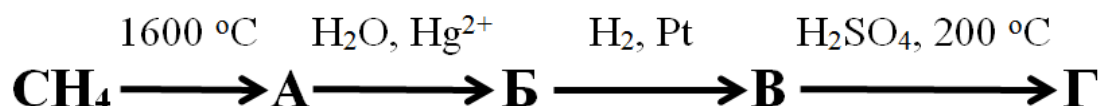


Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

Ответ: 44.064 (10 баллов)

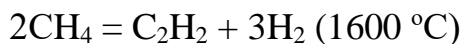
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:



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

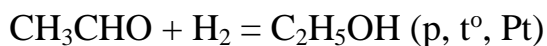
Решение:



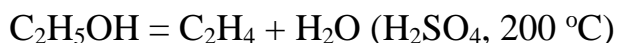
А – ацетилен (этин) C_2H_2



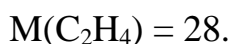
Б – ацетальдегид (этаналь) CH_3CHO



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



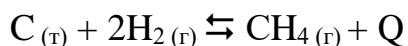
Г – этилен (этен) C_2H_4



Ответ: 28 (10 баллов)

Задание 8.

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



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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6

7. добавление углерода

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

Решение:

Так как реакция экзотермическая, смещению равновесия влево будет способствовать повышение температуры.

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

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

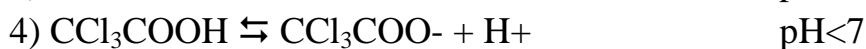
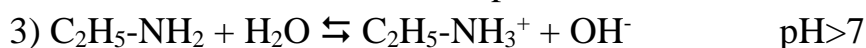
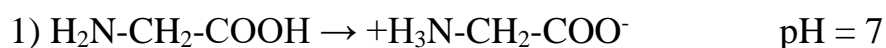
Ответ: 356 (10 баллов)

Задание 9.

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

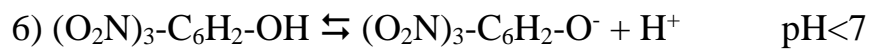
1. аминокислота
2. оксид азота(V)
3. этиламин
4. трихлоруксусная кислота
5. оксид лития
6. 2,4,6-тринитрофенол

Решение:





Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 6



Ответ: 246 (10 баллов)