



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

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°C оба вещества являются газообразными. Их водные растворы имеют $\text{pH} < 7$. Какое вещество выпадает осадок при пропускании смеси А и Б в водный раствор перманганата калия? 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: SiH_4 , PH_3 , H_2S , HCl .

Кислотную среду имеют растворы HCl и H_2S :



При пропускании смеси этих газов в раствор перманганата калия в осадок выпадает сера:



$$M(\text{S}) = 32.$$

Ответ: 32 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Венеры равна 467°C , а атмосферное давление при данной температуре составляет 93.3 атм. Рассчитайте, какую плотность будет иметь азот при данных условиях. Ответ дайте в г/л, округлив до десятых. При расчётах примите $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$.

Решение:

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

$$V_m = RT/p = 8.31 \cdot (467 + 273) / (93.3 \cdot 10^5) = 6.59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль} = 0.659 \text{ л/моль}.$$

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

$$\rho = M/V_m = 28/0.659 = 42.5 \text{ г/л}.$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

Ответ: 42.5 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 200 мл 40%-го раствора ($\rho = 1430$ г/л) и 350 мл 0.5М раствора ($\rho = 1018$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{р-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{р-ра}) + m_2(\text{р-ра})] \\&= \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.4 \cdot 0.2 \cdot 1430 + 0.5 \cdot 0.350 \cdot 40] / (1430 \cdot 0.2 + 1018 \cdot 0.35) = 0.189 = \\&18.9\%\end{aligned}$$

Ответ: 18.9 (10 баллов)

Задание 4.

В 300 г раствора нитрата неизвестного металла внесли железную пластину. После полного протекания реакции масса железной пластины увеличилась на 0.90 г, а массовая доля нитрата железа (II) в растворе составила 6.018%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{р-ра}) = 300 - 0.9 = 299.1 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата железа:

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{р-ра}) = 299.1 \cdot 0.06018 = 18.0 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего железа:

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 18.0 / 180 = 0.10 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 0.10 \cdot 56 = 5.6 \text{ г}$$

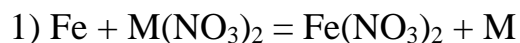
Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

$$m(\text{M}) = 5.6 + 0.9 = 6.5 \text{ г.}$$



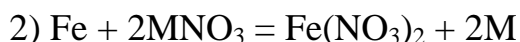
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

Возможны три варианта реакции железа с нитратом металла:



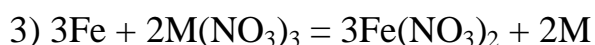
$$n(\text{M}) = n(\text{Fe}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 6.5/0.1 = 65 - \text{это цинк.}$$



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

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 6.5/0.2 = 32.5 - \text{такого металла нет.}$$



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

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 6.5/0.067 = 97 - \text{такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – цинк ($A = 65$).

Ответ: 65 (64) (20 баллов)

NB! В задаче допущена ошибка. Железо цинк вытесняет из его солей, конечно же, не будет. Тем, кто дал ответ медь ($A=64$) ответ засчитан как правильный.

Задание 5.

Рассчитайте массу стали, содержащей 98% железа, которую можно получить из 5 тонн породы, содержащей 60% магнетита и 30% гематита, если выход конечного продукта составляет 80% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 5 \cdot 0.6 = 3.0 \text{ т}$$

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:



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

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

$$3 \text{ т} - x$$

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

По уравнению 2:

$$160 \text{ т (Fe}_2\text{O}_3) - 56 \cdot 2 \text{ т (Fe)}$$

$$1.5 \text{ т} - y$$

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

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 2.17 + 1.05 = 3.22 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 3.22 \cdot 0.8 = 2.576 \text{ т.}$$

Масса стали:

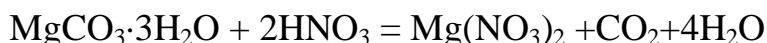
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 2.576 / 0.98 = 2.6 \text{ т}$$

Ответ: 2.6 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) сантимольярного раствора азотной кислоты, необходимый для нейтрализации 0.63 г несквегонита (карбоната магния трёхводного). Ответ дайте с точностью до десятых.

Решение:



$$M_r(\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 132 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 0.63 \text{ г} / 132 \text{ г/моль} = 0.005 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}) = 0.005 \text{ моль}$$

В объеме 29 мл, т.е. 0,029 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{MgCO}_3 = 0.005 \text{ моль} / 0.029 \text{ л} = 0.172 \text{ М}$$

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

$$0.172 \text{ М (р-ра MgCO}_3) \cdot 29 \text{ мл} = 0.01 \text{ М (р-ра HNO}_3) \cdot V_2$$

$$V_2 = 498,8 \text{ мл}$$

Для нейтрализации потребуется 498,8 мл сантимольярного раствора азотной кислоты.

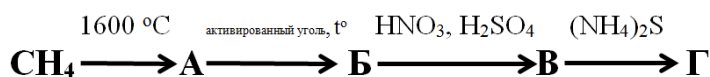
Ответ: 498.8 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

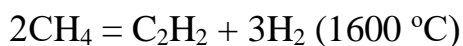
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:

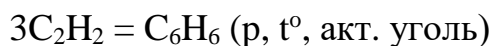


Определите органические вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

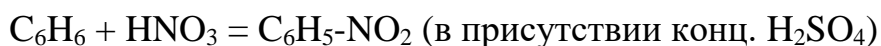
Решение:



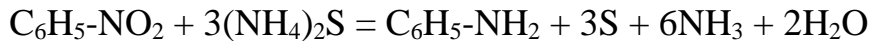
А – ацетилен (этин) C_2H_2



Б – бензол C_6H_6



В – нитробензол $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2$



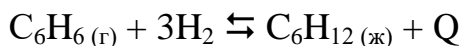
Г – анилин (аминобензол) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$

$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2) = 93$.

Ответ: 93 (10 баллов)

Задание 8.

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



1. повышение давления
2. добавление циклогексана
3. понижение температуры
4. повышение температуры
5. добавление катализатора
6. понижение давления
7. добавление водорода

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 5

Решение:

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

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 водорода.

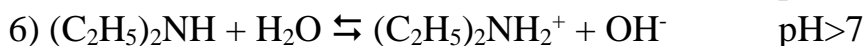
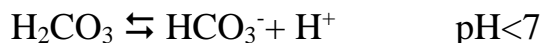
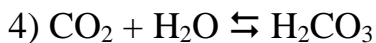
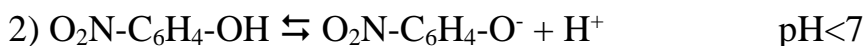
Ответ: 137 (10 баллов)

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. аминокпропионовая кислота
2. о-нитрофенол
3. оксид бария
4. оксид углерода (IV)
5. ацетат натрия
6. диэтиламин

Решение:



Ответ: 356 (10 баллов)