



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

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 $25\text{ }^\circ\text{C}$ А и Б представляют собой твёрдые вещества, хорошо растворимые в воде. Какое малорастворимое в воде соединение образуется при взаимодействии водных растворов А и Б? 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 .

Хорошо растворимые в воде соединения – BeF_2 и Li_2S .



В осадок в результате гидролиза выпадает гидроксид бериллия (гораздо менее растворимый, чем LiF).

$$M(\text{Be}(\text{OH})_2) = 43.$$

LiF также можно считать правильным ответом ($M = 26$).

Ответ: 43 (26) (10 баллов)

Задание 2.

Азот на поверхности Венеры имеет плотность, равную 42.5 г/л . Рассчитайте, чему равно атмосферное давление на поверхности Венеры, если средняя температура там составляет $467\text{ }^\circ\text{C}$. Ответ дайте в атмосферах, округлив до десятых. При расчётах примите $1\text{ атм} = 10^5\text{ Па}$.

Решение:

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

$$\rho = M/V_m.$$

Отсюда $V_m = M/\rho = 28\text{ г/моль} / 42.5\text{ г/л} = 0.659\text{ л/моль} = 6.59 \cdot 10^{-4}\text{ м}^3/\text{моль}$.

По уравнению Менделеева – Клапейрона:



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

$$p = RT/V_m = 8.31 \cdot (273 + 467) / 6.59 \cdot 10^{-4} = 600 \text{ Па} = 9.33 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9330 \text{ кПа} =$$
$$= 93.3 \text{ атм.}$$

Ответ: 93.3 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 50 мл 9М раствора ($\rho = 1301$ г/л) и 250 мл 2%-го раствора ($\rho = 1021$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$w = m(\text{NaOH})/m(\text{p-pa}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-pa}) + m_2(\text{p-pa})]$$
$$= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) =$$
$$= [0.02 \cdot 0.25 \cdot 1021 + 9 \cdot 0.05 \cdot 40] / (1021 \cdot 0.25 + 1301 \cdot 0.05) = 0.072 = 7.2\%$$

Ответ: 7.2

Задание 4.

В 300 г раствора нитрата неизвестного металла внесли оловянную пластину. После полного протекания реакции масса оловянной пластины уменьшилась на 5.5 г, а массовая доля нитрата олова(II) в растворе составила 7.954%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-pa}) = 300 + 5.5 = 305.5 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата олова:

$$m(\text{Sn}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-pa}) = 305.5 \cdot 0.07954 = 24.3 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего олова:

$$n(\text{Sn}) = n(\text{Sn}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Sn}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Sn}(\text{NO}_3)_2) = 24.3 / 243 = 0.1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Sn}) = 0.1 \cdot 119 = 11.9 \text{ г}$$

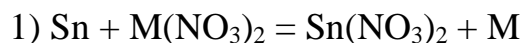
Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

$$m(\text{M}) = 11.9 - 5.5 = 6.4 \text{ г.}$$



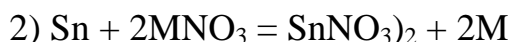
Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

Возможны три варианта реакции олова с нитратом металла:



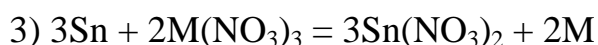
$$n(\text{M}) = n(\text{Sn}) = 0.1 \text{ моль}$$

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



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

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



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

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

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

Ответ: 64 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу нержавеющей стали, содержащей 75% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 20% магнетита и 60% гематита, если выход конечного продукта составляет 85% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 \cdot 0.2 = 2.0 \text{ т}$$

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0.6 = 6.0 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:



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

По уравнению 1:

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

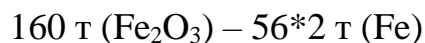
$$2.0 \text{ т} - x$$

$$m_1(\text{Fe}) = x = 2.0 \cdot 56 \cdot 3 / 232 = 1.45 \text{ т.}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

По уравнению 2:



$$6 \text{ т} - y$$

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

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 1.45 + 4.2 = 5.65 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 5.65 \cdot 0.85 = 4.80 \text{ т.}$$

Масса стали:

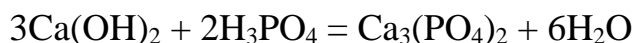
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 4.80 / 0.75 = 6.4 \text{ т}$$

Ответ: 6.4 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (л) сантимольного раствора гидроксида кальция (г), необходимый для нейтрализации раствора ортофосфорной кислоты, если в результате реакции образовалось 18.6 г фосфоритной муки. Ответ дайте с точностью до десятых.

Решение:



$$M_r(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 310 \text{ г/моль}$$

$$M_r(\text{Ca(OH)}_2) = 74 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 12.3 \text{ г} / 310 \text{ г/моль} = 0.060 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ca(OH)}_2) = 1/3 n(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0.020 \text{ моль}$$

$$m = n \cdot M_r$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 0.020 \text{ моль} \cdot 74 \text{ г/моль} = 1.48 \text{ г}$$

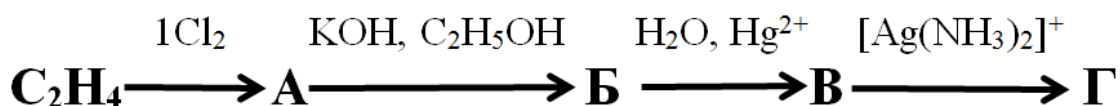
Ответ: 1.48 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

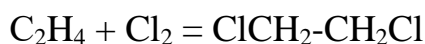
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:



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

Решение:



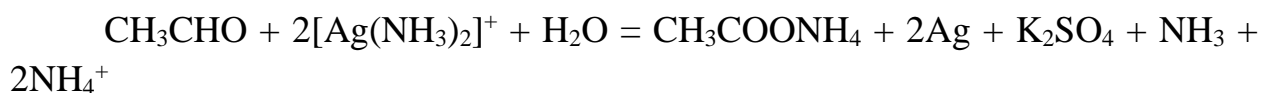
А – 1,2-дихлорэтан $\text{ClCH}_2\text{-CH}_2\text{Cl}$



Б – ацетилен (этин) C_2H_2



В – ацетальдегид (этаналь) CH_3CHO



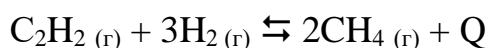
Г – ацетат аммония $\text{CH}_3\text{COONH}_4$.



Ответ: 77

Задание 8.

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



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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 9

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

Решение:

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

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.

Ответ: 134 (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. пропиламин
2. аминокислота
3. м-нитрофенол
4. оксид углерода (IV)
5. монохлоруксусная кислота
6. этанол

Решение:

- 1) $C_3H_7-NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_3H_7-NH_3^+ + OH^-$ $pH > 7$
- 2) $H_2N-CH_2-COOH \rightarrow +H_3N-CH_2-COO^-$ $pH = 7$
- 3) $O_2N-C_6H_4-OH \rightleftharpoons O_2N-C_6H_4-O^- + H^+$ $pH < 7$
- 4) $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$
 $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$ $pH < 7$
- 5) $ClCH_2COOH \rightleftharpoons ClCH_2COO^- + H^+$ $pH < 7$
- 6) $C_2H_5OH + H_2O \rightleftharpoons$ $pH = 7$

Ответ: 345 (10 баллов)