



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

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 оба вещества являются газообразными. Водный раствор А имеет $\text{pH} < 7$, pH водного раствора Б > 7 . Какое соединение образуется при взаимодействии А и Б, взятых в эквимольных количествах? В ответе укажите молярную массу этого соединения, округлив до целочисленного значения.

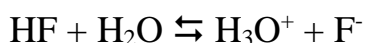
Решение:

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 .

Только одно из них имеет в растворе $\text{pH} < 7$ – HF :



Таким образом, соединение А – HF .

Соединение Б – NH_3 :



При взаимодействии аммиака и фтороводорода образуется фторид аммония:



$$M(\text{NH}_4\text{F}) = 37.$$

Ответ: 37 (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 углекислый газ при данных условиях. Ответ дайте в г/л, округлив до десятых. При расчётах примите $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

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:

$$\rho = M/V_m = 44/0.659 = 66.8 \text{ г/л.}$$

Ответ: 66.8 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида натрия в растворе, полученном сливанием 250 мл 25%-го раствора ($\rho = 1274$ г/л) и 350 мл 1.5М раствора ($\rho = 1060$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{NaOH})/m(\text{р-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{р-ра}) + m_2(\text{р-ра})] \\ &= \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.25 \cdot 0.25 \cdot 1274 + 1.5 \cdot 0.350 \cdot 40] / (1274 \cdot 0.25 + 1060 \cdot 0.35) = 0.146 = \\ &14.6\% \end{aligned}$$

Ответ: 14.6 (10 баллов)

Задание 4.

В 300 г раствора нитрата неизвестного металла внесли цинковую пластину. После полного протекания реакции масса цинковой пластины увеличилась на 7.55 г, а массовая доля нитрата цинка в растворе составила 3.231%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{р-ра}) = 300 - 7.55 = 292.45 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата цинка:



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(p\text{-ра}) = 292.45 \cdot 0.03231 = 9.449 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего цинка:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 9.449 / 189 = 0.050$$

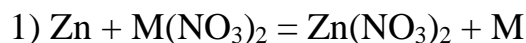
МОЛЬ

$$m(\text{Zn}) = 0.050 \cdot 65 = 3.25 \text{ г}$$

Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

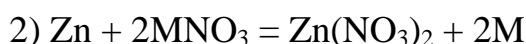
$$m(\text{M}) = 7.55 + 3.25 = 10.8 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции цинка с нитратом металла:



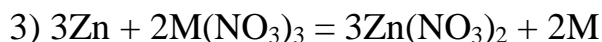
$$n(\text{M}) = n(\text{Zn}) = 0.05 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M}) / n(\text{M}) = 10.8 / 0.05 = 216 \text{ – такого металла нет.}$$



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

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



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

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

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

Ответ: 108 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу чугуна, содержащего 95% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 60% магнетита и 30% гематита, если выход конечного продукта составляет 90% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 \cdot 0.6 = 6 \text{ т}$$

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0.3 = 3 \text{ т}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

Уравнения реакций получения железа:



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

По уравнению 1:

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

$$6 \text{ т} - x$$

$$m_1(\text{Fe}) = x = 6 \cdot 56 \cdot 3 / 232 = 4.34 \text{ т.}$$

По уравнению 2:

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

$$3 \text{ т} - y$$

$$m_2(\text{Fe}) = y = 3 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 2.1 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 4.34 + 2.1 = 6.44 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 6.44 \cdot 0.90 = 5.796 \text{ т.}$$

Масса чугуна:

$$m(\text{чугуна}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 5.796 / 0.95 = 6.1 \text{ т}$$

Ответ: 6.1 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (л) сантимольного раствора гидроксида натрия, необходимый для нейтрализации 22.4 г натрия фосфорнокислого двузамещённого додекагидрата. Ответ дайте с точностью до сотых.

Решение:



$$M_r(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 358 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 22.4 \text{ г} / 358 \text{ г/моль} = 0.0626 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 0.0626 \text{ моль}$$

В объеме 54 мл, т.е. 0.054 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{Na}_2\text{HPO}_4 = 0.0626 \text{ моль} / 0.054 \text{ л} = 1.159 \text{ М}$$



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

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

$$1,159 \text{ M (р-ра Na}_2\text{HPO}_4) \cdot 0,054 \text{ л} = 0,01 \text{ M (р-ра NaOH)} \cdot V_2$$

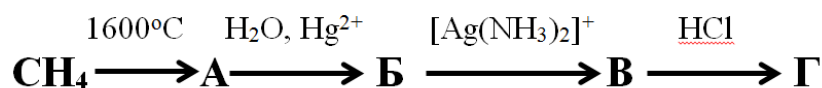
$$V_2 = 6,26 \text{ л}$$

Для нейтрализации потребуется 6,259 л сентимолярного раствора гидроксида натрия.

Ответ: 6.26 (10 баллов)

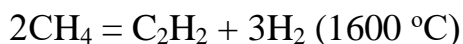
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:



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

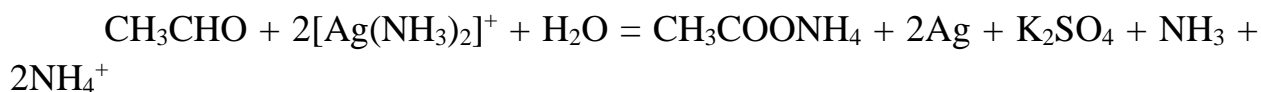
Решение:



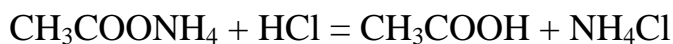
А – ацетилен (этин) C_2H_2



Б – ацетальдегид (этаналь) CH_3CHO



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



Г – уксусная (этановая) кислота CH_3COOH .

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60.$$

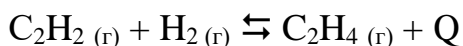
Ответ: 60 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

Задание 8.

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



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

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

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 этилена.

Ответ: 123 (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).

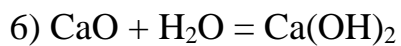
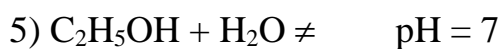
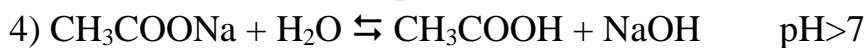
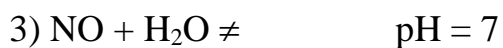
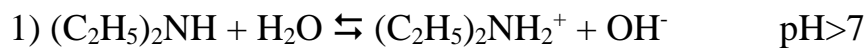
1. диэтиламин
2. глицин
3. оксид азота (II)
4. ацетат натрия
5. этанол



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 1

6. оксид кальция

Решение:



Ответ: 146 (10 баллов)