



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

Задание 1.

Каждое из бинарных соединений А и Б имеет суммарный заряд электронов в формульной единице, равный $5.76 \cdot 10^{-18}$ Кл. При температуре 25 °С А представляет собой твёрдое вещество, малорастворимое в воде, а Б – хорошо растворимый в воде газ, причём водный раствор имеет $\text{pH} < 7$. Какой газ выделяется при добавлении А к водному раствору Б? В ответе укажите молярную массу этого газа, округлив до целочисленного значения.

Решение:

$$N_e = Z/e = 5.76 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 36.$$

36 электронов имеют следующие соединения: HBr, H₂Se, AsH₃, GeH₄, CaS, KCl.

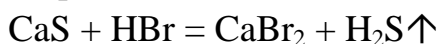
Хорошо растворимый в воде газ, дающий кислотную среду – HBr:



Соединение Б – бромоводород HBr.

В воде малорастворим сульфид кальция CaS (соединение А).

В результате реакции между А и раствором Б выделяется газообразный сероводород:



$$M(\text{H}) = 34.$$

Ответ: 34 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Венеры равна 467 °С, а атмосферное давление при данной температуре составляет 93.3 атм. Рассчитайте, какую плотность будет иметь аргон при данных условиях. Ответ дайте в г/л, округлив до десятых. При расчётах примите 1 атм = 10⁵ Па.

Решение:

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

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

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

$$\rho = M/V_m = 40/0.659 = 60.7 \text{ г/л.}$$

Ответ: 60.7 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида калия в растворе, полученном сливанием 50 мл 10М раствора ($\rho = 1397 \text{ г/л}$) и 250 мл 5%-го раствора ($\rho = 1044 \text{ г/л}$). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

Решение:

$$\begin{aligned} w &= m(\text{KOH})/m(\text{p-pa}) = [m_1(\text{KOH}) + m_2(\text{KOH})] / [m_1(\text{p-pa}) + m_2(\text{p-pa})] = \\ &= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ &= [0.05 \cdot 0.25 \cdot 1044 + 10 \cdot 0.05 \cdot 56] / (1044 \cdot 0.25 + 1397 \cdot 0.05) = 0.124 = \\ &12.4\% \end{aligned}$$

Ответ: 12.4 (10 баллов)

Задание 4.

В 250 г раствора нитрата неизвестного металла внесли железную пластину. После полного протекания реакции масса железной пластины увеличилась на 15.1 г, а массовая доля нитрата железа (II) в растворе составила 7.663%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-pa}) = 250 - 15.1 = 234.9 \text{ г}$$

Масса образовавшегося нитрата железа:

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-pa}) = 234.9 \cdot 0.07663 = 18.0 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего железа:

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

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

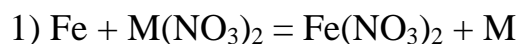
Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

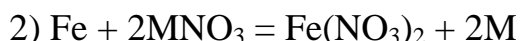
$$m(M) = 5.6 + 15.1 = 20.7 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции железа с нитратом металла:



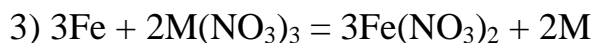
$$n(M) = n(\text{Fe}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(M) = m(M)/n(M) = 20.7/0.1 = 207 \text{ – это свинец.}$$



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

$$A(M) = m(M)/n(M) = 20.7/0.2 = 103.5 \text{ – такого металла нет.}$$



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

$$A(M) = m(M)/n(M) = 20.7/0.067 = 309 \text{ – такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – свинец ($A = 207$).

Ответ: 207 (20 баллов)

Задание 5.

Рассчитайте массу нержавеющей стали, содержащей 70% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 60% магнетита и 20% гематита, если выход конечного продукта составляет 80% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

Решение:

Масса магнетита:

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

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0.2 = 2 \text{ т}$$

Уравнения реакций получения железа:



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

По уравнению 1:

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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

6 т – x

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

По уравнению 2:

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

2 т – y

$$m_2(\text{Fe}) = y = 2 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 1.40 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 4.34 + 1.4 = 5.74 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 5.74 \cdot 0.8 = 4.592 \text{ т.}$$

Масса стали:

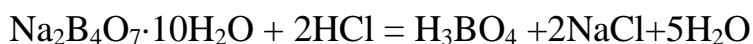
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 4.592 / 0.7 = 6.6 \text{ т}$$

Ответ: 6.6 (10 баллов)

Задание 6.

Рассчитайте объем (мл) децимолярного раствора соляной кислоты, необходимый для нейтрализации 25,5 г буры (тетрабората натрия декагидрата). Ответ округлите до целочисленного значения.

Решение:



$$M_r(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 382 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 25,5 \text{ г} / 382 \text{ г/моль} = 0,067 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,067 \text{ моль}$$

В объеме 100 мл, т.е. 0,1 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0,067 \text{ моль} / 0,1 \text{ л} = 0,67 \text{ М}$$

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

$$0,67 \text{ М (р-ра Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot 100 \text{ мл} = 0,1 \text{ М (р-ра HCl)} \cdot V_2$$

$$V_2 = 670 \text{ мл}$$

Для нейтрализации потребуется 670 мл молярного раствора соляной кислоты

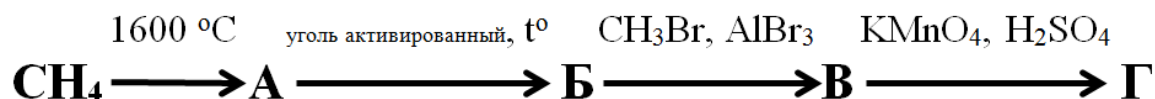
Ответ: 670 (10 баллов)



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

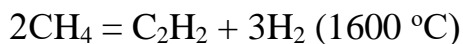
Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений:

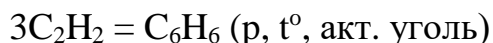


Определите органические вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.

Решение:



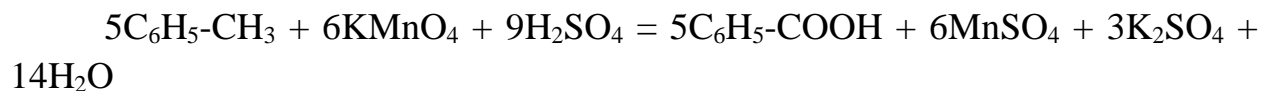
А – ацетилен (этин) C_2H_2



Б – бензол C_6H_6

$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Br} = \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ (в присутствии кислот Льюиса, например AlBr_3)

В – толуол (метилбензол) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$



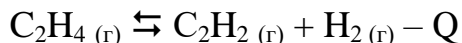
Г – бензойная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$

$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}) = 122$.

Ответ: 122 (10 баллов)

Задание 8.

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



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



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 10 класс
Вариант № 7

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

Решение:

Так как реакция эндотермическая, смещению равновесия вправо будет способствовать повышение температуры.

Добавление газообразного исходного вещества согласно принципу Ле-Шателье, смещает равновесие в сторону продуктов реакции, поэтому смещению равновесия вправо будет способствовать добавление этилена.

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

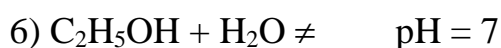
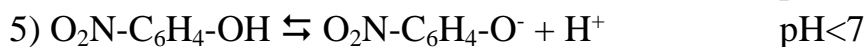
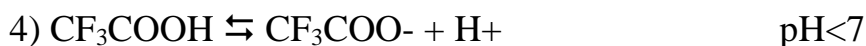
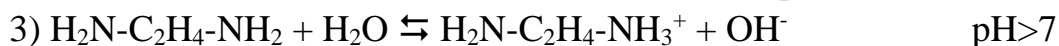
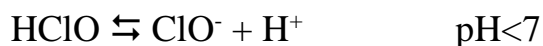
Ответ: 256 (10 баллов)

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. оксид хлора (I)
2. глицин
3. этилендиамин
4. трифторуксусная кислота
5. п-нитрофенол
6. этанол

Решение:



Ответ: 145 (10 баллов)