

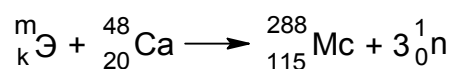
**Ключи к олимпиадным заданиям отборочного этапа
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени академика
П.Д. Саркисова
10 и 11 классы**

Задание №1

1.1 Сверхтяжелые элементы 113-118 были получены учеными Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) в сотрудничестве с коллегами из Ливерморской национальной лаборатории (США) путем бомбардировки мишени, содержащей атомы актиноидов, ускоренными ионами кальция-48.

Элемент № 115 – московий – был назван в честь Московской области, где находится г. Дубна и другие наукограды.

Определите, какой из актиноидов нужно использовать для получения ядер москovieв, если ядерная реакция протекает в соответствии со схемой:



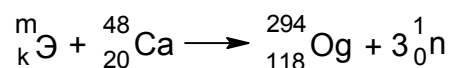
Укажите k, m, Э.

Ответ: актиноид – америций Am, k = 95, m = 243

1.2 Сверхтяжелые элементы 113-118 были получены учеными Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) в сотрудничестве с коллегами из Ливерморской национальной лаборатории (США) путем бомбардировки мишени, содержащей атомы актиноидов, ускоренными ионами кальция-48.

Элемент № 118 – оганесон – назван в честь выдающегося российского ученого – академика Ю.Ц. Оганесяна.

Определите, какой из актиноидов нужно использовать для получения ядер оганесона, если ядерная реакция протекает в соответствии со схемой:



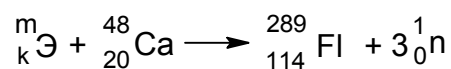
Укажите k, m, Э.

Ответ: актиноид – калифорний Cf, k = 98, m = 249

1.3 Сверхтяжелые элементы 113-118 были получены учеными Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна) в сотрудничестве с коллегами из Ливерморской национальной лаборатории (США) путем бомбардировки мишени, содержащей атомы актиноидов, ускоренными ионами кальция-48.

Элемент № 114 – флеровий – назван в честь выдающегося советского физика – академика Г.Н. Флёрва.

Определите, какой из актиноидов нужно использовать для получения ядер флеровия, если ядерная реакция протекает в соответствии со схемой:



Укажите k, m, Э.

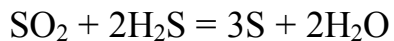
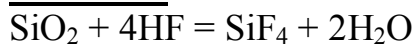
Ответ: актиноид – плутоний Pu, k = 94, m = 244

Задание №2

2.1. Какие кислотные оксиды могут взаимодействовать с кислотами?

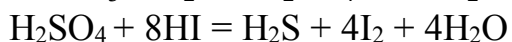
Приведите примеры двух реакций.

Решение:



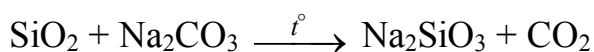
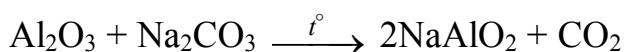
2.2. Какие кислоты могут взаимодействовать с кислотами? Приведите примеры двух реакций.

Решение:



2.3. Какие оксиды могут взаимодействовать с солями? Приведите примеры двух реакций.

Решение:



Задание №3

3.1. При сгорании 13,5 г углеводорода получили углекислый газ и 13,5 г воды. Определите молекулярную формулу углеводорода и предложите две возможные структурные формулы этого вещества.

Решение:

По данным условия задачи рассчитано количество вещества воды и водорода. Рассчитаны масса и количество вещества углерода

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 1,5 \text{ моль } m(\text{H}) = 1,5 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 13,5 - 1,5 = 12 \text{ г}$$

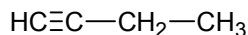
$$n(\text{C}) = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1 : 1,5 = 2 : 3 = 4 : 6$$

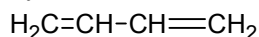
Найдено число атомов углерода в молекуле углеводорода и установлена его формула:

Формула углеводорода C_4H_6

Установлены возможные структурные формулы:



или



3.2. При сгорании 9,52 г углеводорода получили углекислый газ и 10,08 г воды. Определите молекулярную формулу углеводорода и предложите две возможные структурные формулы этого вещества.

Решение:

По данным условия задачи рассчитано количество вещества воды и водорода. Рассчитаны масса и количество вещества углерода

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,56 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 1,12 \text{ моль } m(\text{H}) = 1,12 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 9,52 - 1,12 = 8,4 \text{ г}$$

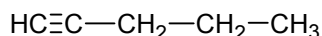
$$n(\text{C}) = 0,7 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,7 : 1,12 = 1 : 1,6 = 5 : 8$$

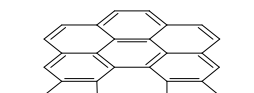
Найдено число атомов углерода в молекуле углеводорода и установлена его формула:

Формула углеводорода C_5H_8

Установлены возможные структурные формулы:



или



3.3. При сгорании 19,78 г углеводорода получили углекислый газ и 28,98 г воды. Определите молекулярную формулу углеводорода и предложите две возможные структурные формулы этого вещества.

Решение:

По данным условия задачи рассчитано количество вещества воды и водорода. Рассчитаны масса и количество вещества углерода

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 1,61 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 3,22 \text{ моль } m(\text{H}) = 3,22 \text{ г}$$

$$m(\text{C}) = 19,78 - 3,22 = 16,56 \text{ г}$$

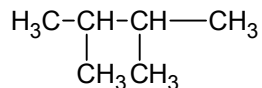
$$n(\text{C}) = 1,38 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1,38 : 3,22 = 1 : 2,33 = 3 : 7 = 6 : 14$$

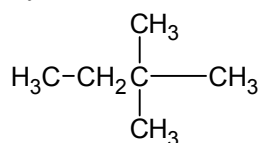
Найдено число атомов углерода в молекуле углеводорода и установлена его формула:

Формула алкана C_6H_{14}

Установлены возможные структурные формулы:



или



Задание №4

4.1 Значение рН раствора гидроксида натрия равно 8. Раствор разбавили водой в 100 раз. Определите рН полученного раствора, приведите значение с точностью до сотых.

Решение: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$; $\text{pOH} = -\lg c(\text{OH}^-)$; $\text{pH} + \text{pOH} = 14$.

В исходном растворе $\text{pOH} = 14 - 8 = 6$; $c(\text{OH}^-) = 10^{-6}$ моль/л. Гидроксид натрия – сильный электролит и диссоциирует практически полностью, поэтому можно считать, что в исходном растворе $c(\text{NaOH}) = 10^{-6}$ моль/л. После разбавления раствора концентрация NaOH снижается до 10^{-8} моль/л, и за счет его диссоциации создается концентрация ионов гидроксила, равная 10^{-8} моль/л. При вычислении рН в этом случае нельзя пренебрегать диссоциацией воды, за счет которой создается концентрация ионов гидроксила, равная 10^{-7} моль/л.

Таким образом, в растворе, образовавшемся после разбавления, $c(\text{OH}^-) = 1,1 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $\text{pOH} = 6,96$; $\text{pH} = 7,04$.

4.2 Значение рН соляной кислоты равно 6. Раствор разбавили водой в 100 раз. Определите рН полученного раствора, приведите значение с точностью до сотых.

Решение: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$.

В исходном растворе $\text{pH} = 6$; $c(\text{H}^+) = 10^{-6}$ моль/л. Соляная кислота – сильный электролит и диссоциирует практически полностью, поэтому можно считать, что в исходном растворе $c(\text{HCl}) = 10^{-6}$ моль/л. После разбавления раствора концентрация HCl снижается до 10^{-8} моль/л, и за счет её диссоциации создается концентрация ионов водорода, равная 10^{-8} моль/л. При вычислении рН в этом случае нельзя пренебрегать диссоциацией воды, за счет которой создается концентрация ионов водорода, равная 10^{-7} моль/л.

Таким образом, в растворе, образовавшемся после разбавления, $c(\text{H}^+) = 1,1 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $\text{pH} = 6,96$.

4.3 Значение рН раствора азотной кислоты равно 5. Раствор разбавили водой в 1000 раз. Определите рН полученного раствора, приведите значение с точностью до сотых.

Решение: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$.

В исходном растворе $\text{pH} = 5$; $c(\text{H}^+) = 10^{-5}$ моль/л. Азотная кислота – сильный электролит и диссоциирует в разбавленном растворе полностью, поэтому можно считать, что в исходном растворе $c(\text{HNO}_3) = 10^{-5}$ моль/л. После разбавления раствора концентрация HCl снижается до 10^{-8} моль/л, и за счет её диссоциации создается концентрация ионов водорода, равная 10^{-8} моль/л. При вычислении рН в этом случае нельзя пренебрегать диссоциацией воды, в которой концентрация ионов водорода равна 10^{-7} моль/л.

Таким образом, в растворе, образовавшемся после разбавления, $c(\text{H}^+) = 1,1 \cdot 10^{-7}$ моль/л; $\text{pH} = 6,96$.

Задание №5

5.1. Определите, какие вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если образовались следующие вещества (указаны все продукты реакции без коэффициентов).

- а) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$
- б) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$

Решение:

- а) $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$
- б) $4\text{Ca} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{CaH}_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2$

5.2. Определите, какие вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если образовались следующие вещества (указаны все продукты реакции без коэффициентов).

- а) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- б) $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{K}_2\text{S} + \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$

Решение:

- а) $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$
- б) $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$
- в) $2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{S} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$

5.3. Определите, какие вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если образовались следующие вещества (указаны все продукты реакции без коэффициентов).

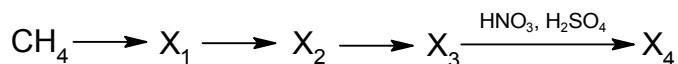
- а) $\text{FeCl}_2 + \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2$
- г) $\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Решение:

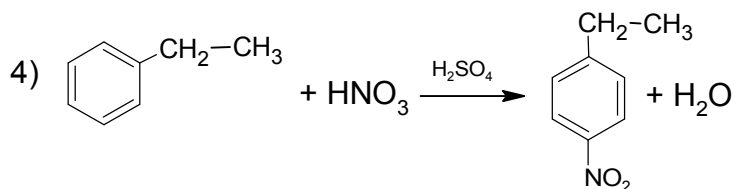
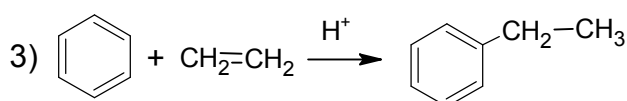
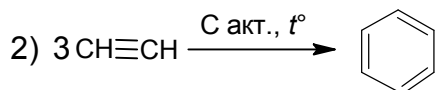
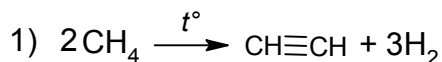
- а) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- б) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
- в) $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{NaNO}_3 + 3\text{CO}_2$
- г) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HI} = 2\text{FeI}_2 + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Задание №6

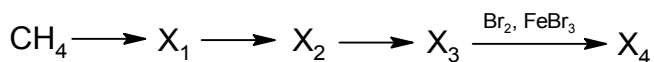
6.1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



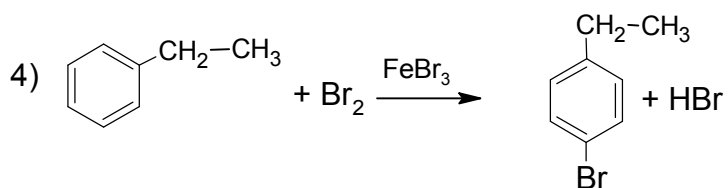
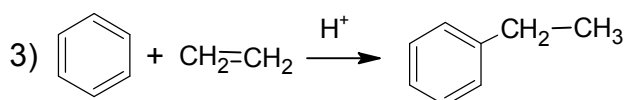
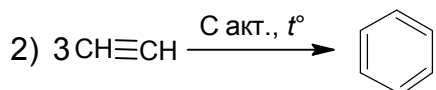
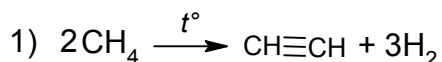
Молекула вещества X_2 содержит в три раза больше атомов углерода, чем молекула вещества X_1 , а молекула вещества X_3 – на четыре атома водорода больше, чем молекула вещества X_2 .



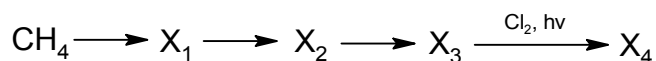
6.2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



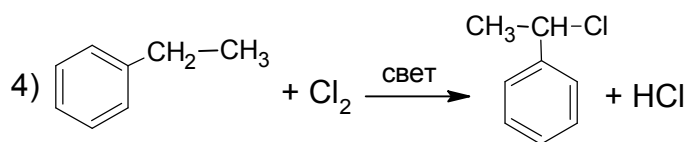
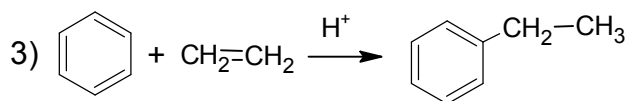
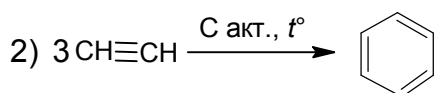
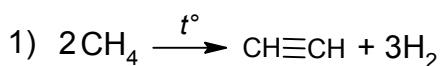
Молекула вещества X_2 содержит в три раза больше атомов водорода, чем молекула вещества X_1 , а молекула вещества X_3 – на шесть атомов углерода больше, чем молекула вещества X_1 .



6.3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Молекула вещества X_4 содержит в четыре раза больше атомов углерода, чем молекула вещества X_1 , а молекула вещества X_2 – на четыре атома водорода больше, чем молекула вещества X_1 .



Задание №7

7.1. Смесь метанала и водорода с плотностью 0,34 г/л (н.у.) пропустили при нагревании через реактор с платиновым катализатором. На выходе из реактора охлажденная до комнатной температуры газовая смесь приобрела плотность по водороду 2,75. Рассчитайте выход продукта реакции в процентах от теоретического.

Решение:

Чтобы определить соотношение компонентов в исходной смеси, найдем среднюю молярную массу смеси CH_2O и H_2 :

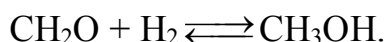
$$M_{\text{ср}} = \rho \cdot V_{\text{м}};$$
$$M_{\text{ср}} = 7,6 \text{ г/моль.}$$

Пусть в смеси содержались 1 моль метанала и x моль водорода, тогда средняя молярная масса смеси равна:

$$M_{\text{ср}} = \frac{30+2x}{1+x};$$
$$\frac{30+2x}{1+x} = 7,6;$$

откуда $x = 4$.

При пропускании смеси над катализатором протекает реакция:



Поскольку реакция обратима, то в результате образуется равновесная смесь, содержащая и CH_2O , и H_2 , и CH_3OH . Однако при комнатной температуре метанол становится жидким, и газовая смесь содержит только CH_2O и H_2 .

Пусть в реакции образовалось y моль метанола; тогда в смеси после реакции будет содержаться $(1-y)$ моль метанала и $(4-y)$ моль водорода. Найдя среднюю молярную массу конечной смеси, и используя формулу для вычисления средней молярной массы смеси газов, получаем:

$$\frac{30(1-y) + 2(4-y)}{1-y+4-y} = 5,5;$$

откуда $y = 0,5$ моль.

Поскольку при количественном выходе образовался бы один моль метанола, выход продукта реакции составляет 50 % от теоретического.

7.2. Смесь метанала и водорода с плотностью 0,402 г/л (н.у.) пропустили при нагревании через реактор с платиновым катализатором. На выходе из реактора охлажденная до комнатной температуры газовая смесь приобрела плотность по гелию 1,2. Рассчитайте выход продукта реакции в процентах от теоретического. (75%)

Решение:

Чтобы определить соотношение компонентов в исходной смеси, найдем среднюю молярную массу смеси CH_2O и H_2 :

$$M_{\text{ср}} = \rho \cdot V_{\text{м}};$$
$$M_{\text{ср}} = 9 \text{ г/моль.}$$

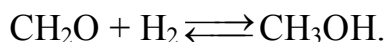
Пусть в смеси содержались 1 моль метаналя и x моль водорода, тогда средняя молярная масса смеси равна:

$$M_{\text{ср}} = \frac{30+2x}{1+x},$$

$$\frac{30+2x}{1+x} = 9;$$

откуда $x = 3$.

При пропускании смеси над катализатором протекает реакция:



Поскольку реакция обратима, то в результате образуется равновесная смесь, содержащая и CH_2O , и H_2 , и CH_3OH . Однако при комнатной температуре метанол становится жидким, и газовая смесь содержит только CH_2O и H_2 .

Пусть в реакции образовалось y моль метанола; тогда в смеси после реакции будет содержаться $(1-y)$ моль метаналя и $(3-y)$ моль водорода. Найдя среднюю молярную массу конечной смеси, и используя формулу для вычисления средней молярной массы смеси газов, получаем:

$$\frac{30(1-y) + 2(3-y)}{1-y+3-y} = 4,8;$$

откуда $y = 0,75$ моль.

Поскольку при количественном выходе образовался бы один моль метанола, выход продукта реакции составляет 75 % от теоретического.

7.3. Смесь метаналя и водорода с плотностью 0,228 г/л (н.у.) пропустили при нагревании через реактор с платиновым катализатором. На выходе из реактора охлажденная до комнатной температуры газовая смесь приобрела плотность по водороду 1,875. Рассчитайте выход продукта реакции в процентах от теоретического. (50%)

Решение:

Чтобы определить соотношение компонентов в исходной смеси, найдем среднюю молярную массу смеси CH_2O и H_2 :

$$M_{\text{ср}} = \rho \cdot V_{\text{м}};$$

$$M_{\text{ср}} = 5,1 \text{ г/моль}.$$

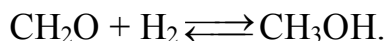
Пусть в смеси содержались 1 моль метаналя и x моль водорода, тогда средняя молярная масса смеси равна:

$$M_{\text{ср}} = \frac{30+2x}{1+x},$$

$$\frac{30+2x}{1+x} = 5,1;$$

откуда $x = 8$.

При пропускании смеси над катализатором протекает реакция:



Поскольку реакция обратима, то в результате образуется равновесная смесь, содержащая и CH_2O , и H_2 , и CH_3OH . Однако при комнатной температуре метанол становится жидким, и газовая смесь содержит только CH_2O и H_2 .

Пусть в реакции образовалось y моль метанола; тогда в смеси после реакции будет содержаться $(1-y)$ моль метаналя и $(8-y)$ моль водорода.

Найдя среднюю молярную массу конечной смеси, и используя формулу для вычисления средней молярной массы смеси газов, получаем:

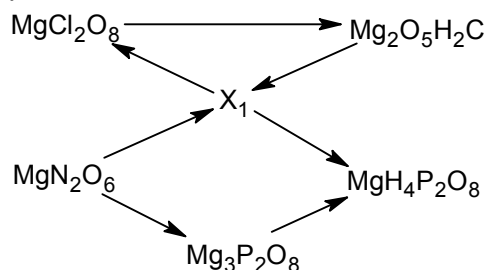
$$\frac{30(1-y) + 2(8-y)}{1-y+8-y} = 3,75;$$

откуда $y = 0,5$ моль.

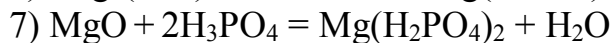
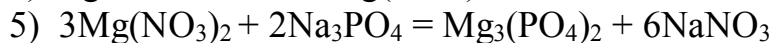
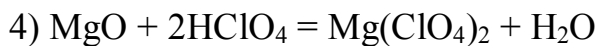
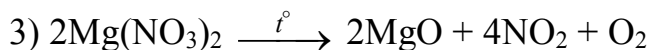
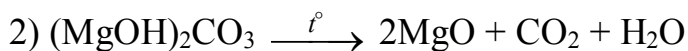
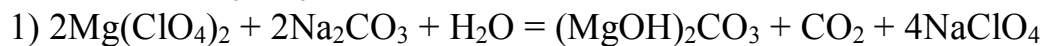
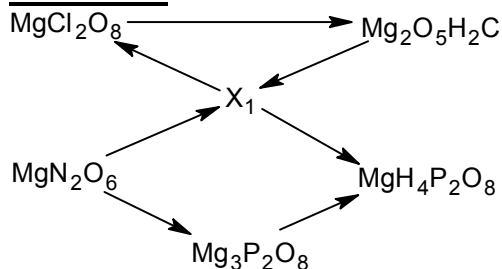
Поскольку при количественном выходе образовался бы один моль метанола, выход продукта реакции составляет 50 % от теоретического.

Задание №8

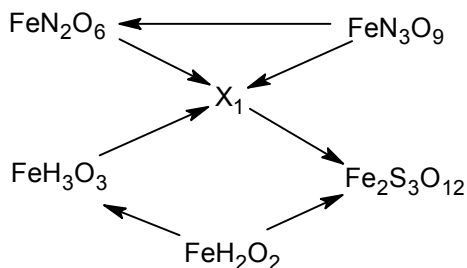
8.1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



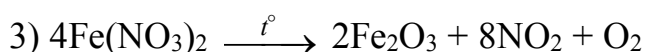
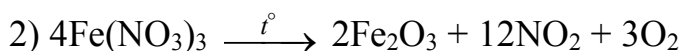
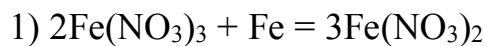
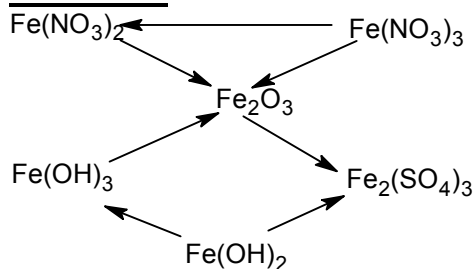
Решение:



8.2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

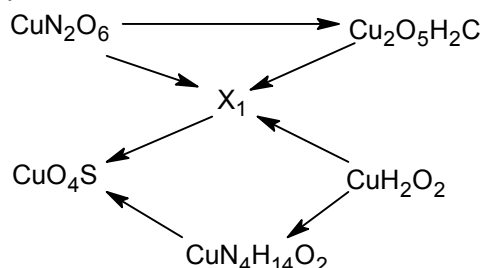


Решение:

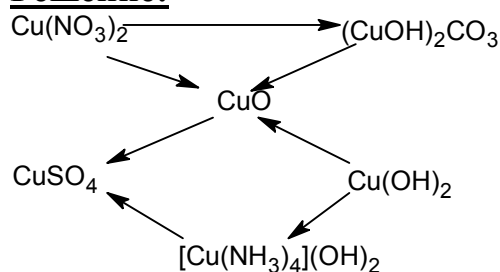


- 4) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 6) $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3$
 7) $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

8.3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



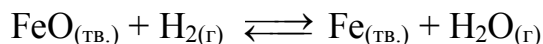
Решение:



- 1) $2\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = (\text{MgOH})_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + 4\text{NaNO}_3$
 2) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 3) $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$
 4) $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
 6) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
 7) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Задание №9

9.1. Химическое равновесие реакции



установилось при следующих концентрациях веществ: $[\text{H}_2] = 0,2$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,8$ моль/л. Водяные пары полностью удалили, в результате чего равновесие в системе сместилось. Определите концентрации реагирующих веществ и продуктов после установления нового равновесия.

Решение:

Найдем значение константы равновесия:

$$K = [\text{H}_2\text{O}]/[\text{H}_2] = 4.$$

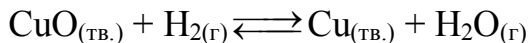
После удаления паров воды в соответствии с принципом Ле Шателье равновесие будет смещаться в сторону образования продуктов реакции; при этом часть водорода расходуется на образование новых количеств H_2O до тех пор, пока не установится соотношение концентраций H_2O и H_2 , соответствующее константе равновесия. Пусть после смещения равновесия в реакторе объемом 1 литр образовалось x моль H_2O , тогда в системе останется $0,2-x$ моль H_2 . Тогда

$$x/0,2-x = 4;$$

$$x = 0,16.$$

Таким образом, после установления нового равновесия $[\text{H}_2] = 0,04$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,16$ моль/л.

9.2 Химическое равновесие реакции



установилось при следующих концентрациях веществ: $[\text{H}_2] = 0,8$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,2$ моль/л. Водяные пары полностью удалили, в результате чего равновесие в системе сместилось. Определите концентрации реагирующих веществ и продуктов реакции после установления нового равновесия.

Решение:

Найдем значение константы равновесия:

$$K = [\text{H}_2\text{O}]/[\text{H}_2] = 0,25.$$

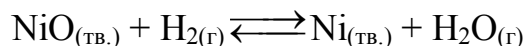
После удаления паров воды в соответствии с принципом Ле Шателье равновесие будет смещаться в сторону образования продуктов реакции; при этом часть водорода расходуется на образование новых количеств H_2O до тех пор, пока не установится соотношение концентраций H_2O и H_2 , соответствующее константе равновесия. Пусть после смещения равновесия в реакторе объемом 1 литр образовалось x моль H_2O , тогда в системе останется $0,8-x$ моль H_2 . Тогда

$$x/0,8-x = 0,25;$$

$$x = 0,16.$$

Таким образом, после установления нового равновесия $[\text{H}_2] = 0,64$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,16$ моль/л.

9.3 Химическое равновесие реакции



установилось при следующих концентрациях веществ: $[\text{H}_2] = 1,2$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,3$ моль/л. Водяные пары полностью удалили, в результате чего равновесие в системе сместилось. Определите концентрации реагирующих веществ и продуктов реакции после установления нового равновесия.

Решение:

Найдем значение константы равновесия:

$$K = [\text{H}_2\text{O}]/[\text{H}_2] = 0,25.$$

После удаления паров воды в соответствии с принципом Ле Шателье равновесие будет смещаться в сторону образования продуктов реакции; при этом часть водорода расходуется на образование новых количеств H_2O до тех пор, пока не установится соотношение концентраций H_2O и H_2 , соответствующее константе равновесия. Пусть после смещения равновесия в реакторе объемом 1 литр образовалось x моль H_2O , тогда в системе останется $1,2-x$ моль H_2 . Тогда

$$x/1,2-x = 0,25;$$

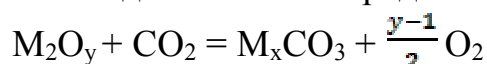
$$x = 0,24.$$

Таким образом, после установления нового равновесия $[\text{H}_2] = 0,96$ моль/л, $[\text{H}_2\text{O}] = 0,24$ моль/л.

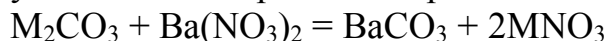
Задание №10

10.1. При действии избытка углекислого газа на 32,9 г неизвестного соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество А и выделился газ В. Вещество А растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата бария, при этом выпало 27,58 г осадка. Газ В пропустили через трубку с раскаленной медью, и масса трубки увеличилась на 6,72 г. Установите формулу исходного соединения.

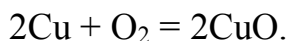
Решение: соединение металла с кислородом является пероксидом или надпероксидом щелочного металла. Предположим, его формула M_2O_y . При взаимодействии этого вещества с углекислым газом образуется соответствующий карбонат и выделяется кислород:



Вещество А – это карбонат щелочного металла (карбонаты остальных металлов нерастворимы или разлагаются водой). При взаимодействии вещества А с нитратом бария образуется осадок карбоната бария:



Масса трубки с медью увеличилась за счет поглощения кислорода:



$$n(BaCO_3) = 27,58/197 = 0,14 \text{ моль};$$

$$n(O_2) = 6,72/32 = 0,21 \text{ моль}.$$

$$y-1/2 = 1,5;$$

$$y = 4 \text{ при } x = 2.$$

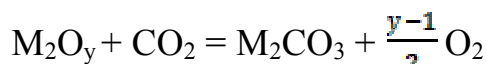
$$n(M_2O_4) = n(BaCO_3) = 0,14 \text{ моль};$$

$$M(M_2O_4) = 32,9/0,14 = 235;$$

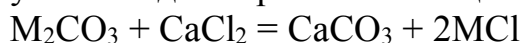
$Ar(M) = 85,5$, следовательно металл – рубидий, а формула исходного соединения Rb_2O_4 или RbO_2

10.2 При действии избытка углекислого газа на 24,36 г соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество А и выделился газ В. Вещество А растворили в воде и добавили избыток раствора хлорида кальция, при этом выпало 12,0 г осадка. Газ В пропустили через трубку с раскаленной медью, и масса трубки увеличилась на 1,92 г. Установите формулу исходного соединения.

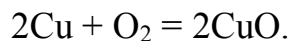
Решение: соединение металла с кислородом является пероксидом или надпероксидом щелочного металла M_2O_y , при взаимодействии которого с углекислым газом образуется соответствующий карбонат и выделяется кислород:



Вещество А – это карбонат щелочного металла (карбонаты остальных металлов нерастворимы или разлагаются водой). При взаимодействии вещества А с хлоридом кальция образуется осадок карбоната кальция:



Масса трубки с медью увеличилась за счет поглощения кислорода:



$$n(\text{CaCO}_3) = 12,0/100 = 0,12 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = 1,92/32 = 0,06 \text{ моль}.$$

$$\frac{y-1}{2} = \frac{1}{2},$$

$$y = 2.$$

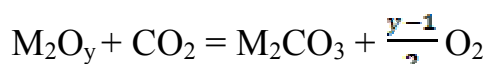
$$n(\text{M}_2\text{O}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,12 \text{ моль};$$

$$M(\text{M}_2\text{O}_2) = 24,36/0,12 = 203;$$

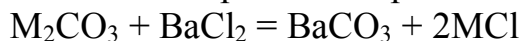
$Ar(\text{M}) = 85,5$, следовательно металл – рубидий, а формула исходного соединения Rb_2O_2 .

10.3 При действии избытка углекислого газа на 53,64 г соединения металла с кислородом образовалось твердое вещество А и выделился газ В. Вещество А растворили в воде и добавили избыток раствора хлорида бария, при этом выпало 35,46 г осадка. Газ В пропустили через трубку с раскаленной медью, и масса трубки увеличилась на 2,88 г. Установите формулу исходного соединения.

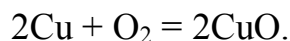
Решение: соединение металла с кислородом является пероксидом или надпероксидом щелочного металла M_2O_y , при взаимодействии которого с углекислым газом образуется соответствующий карбонат и выделяется кислород:



Вещество А – это карбонат щелочного металла (карбонаты остальных металлов нерастворимы или разлагаются водой). При взаимодействии вещества А с хлоридом бария образуется осадок карбоната бария:



Масса трубки с медью увеличилась за счет поглощения кислорода:



$$n(\text{BaCO}_3) = 35,46/197 = 0,18 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}_2) = 2,88/32 = 0,09 \text{ моль}.$$

$$\frac{y-1}{2} = \frac{1}{2},$$

$$y = 2.$$

$$n(\text{M}_2\text{O}_2) = n(\text{BaCO}_3) = 0,18 \text{ моль};$$

$$M(\text{M}_2\text{O}_2) = 53,64/0,18 = 298;$$

$Ar(\text{M}) = 133$, следовательно металл – цезий, а формула исходного соединения Cs_2O_2 .

