

LXXXII Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап

2025-2026 уч.год

9 класс

Каждое задание – 10 баллов

Всего за 10 заданий – 100 баллов

9-1-1

В смеси сероводорода и кислорода отношение общего числа протонов к общему числу нейтронов равно 11:10. Определите объёмную долю сероводорода в этой смеси в процентах. При решении задачи необходимо принять, что вещества, входящие в состав смеси, состоят из наиболее распространенных изотопов соответствующих химических элементов. Ответ дайте с точность до целых.

Решение:

- 1) В состав молекулы сероводорода H_2S входят 18 протонов и 16 нейтронов, а состав молекулы кислорода O_2 – 16 протонов и 16 нейтронов.
- 2) Пусть количество вещества сероводорода равно «х» моль, а количество вещества кислорода равно «у» моль. Тогда общее количество вещества протонов равно $(18x + 16y)$ моль, а количество вещества нейтронов равно $(16x + 16y)$.
- 3) Теперь можно записать выражение для отношения числа протонов и нейтронов:

$$\frac{18x + 16y}{16x + 16y} = 1,1$$

Можно выразить «х» через «у»:

$$18x + 16y = 17,6x + 17,6y$$

$$0,4x = 1,6y$$

$$x = 4y$$

Так как количество вещества сероводорода в 4 раза больше количества вещества кислорода, то и объёмные доли этих газов в смеси относятся также. Таким образом:

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = (4 : 5) \cdot 100\% = 80\%$$

$$\varphi(\text{O}_2) = 100\% - 80\% = 20\%$$

Ответ: 80

9-1-2

В смеси аммиака и азота отношение общего числа протонов к общему числу нейтронов равно 12:10. Определите объёмную долю аммиака в этой смеси в процентах. При решении задачи необходимо принять, что вещества, входящие в состав смеси, состоят из наиболее распространенных изотопов соответствующих химических элементов. Ответ дайте с точность до целых.

Решение:

- 1) В состав молекулы аммиака NH_3 входят 10 протонов и 7 нейтронов, а состав молекулы азота N_2 – 14 протонов и 14 нейтронов.
- 2) Пусть количество вещества аммиака равно «х» моль, а количество вещества азота равно «у» моль. Тогда общее количество вещества протонов равно $(10x + 14y)$ моль, а количество вещества нейтронов равно $(7x + 14y)$.
- 3) Теперь можно записать выражение для отношения числа протонов и нейтронов:

$$\frac{10x + 14y}{7x + 14y} = 1,2$$

Можно выразить «х» через «у»:

$$10x + 14y = 8,4x + 16,8y$$

$$1,6x = 2,8y$$

$$x = 1,75y$$

Так как количество вещества аммиака в 1,75 раза больше количества вещества азота, то и объёмные доли этих газов в смеси относятся также. Таким образом:

$$\varphi(\text{NH}_3) = (1,75 : 2,75) \cdot 100\% \approx 64\%$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 100\% - 64\% = 36\%$$

Ответ: 64

9-1-3

В смеси метана и водорода отношение общего числа протонов к общему числу нейтронов равно 2:1. Определите объёмную долю метана в этой смеси в процентах. При решении задачи необходимо принять, что вещества, входящие в состав смеси, состоят из наиболее распространенных изотопов соответствующих химических элементов. Ответ дайте с точность до целых.

Решение:

- 1) В состав молекулы метана CH_4 входят 10 протонов и 6 нейтронов, а состав молекулы водорода H_2 – 2 протона и 0 нейтронов.
- 2) Пусть количество вещества метана равно «х» моль, а количество вещества водорода равно «у» моль. Тогда общее количество вещества протонов равно $(10x + 2y)$ моль, а количество вещества нейтронов равно $6x$.
- 3) Теперь можно записать выражение для отношения числа протонов и нейтронов:

$$\frac{10x + 2y}{6x} = 2$$

Можно выразить «х» через «у»:

$$10x + 2y = 12x$$

$$2y = 2x$$

$$x = y$$

Так как количество вещества метана равно количеству вещества водорода, то и объёмные доли этих газов в смеси относятся также. Таким образом:

$$\varphi(\text{CH}_4) = (1 : 2) \cdot 100\% = 50\%$$

$$\varphi(\text{H}_2) = 100\% - 50\% = 50\%$$

Ответ: 50

9-1-4

В смеси метана и сероводорода отношение общего числа протонов к общему числу нейтронов равно 15:10. Определите объёмную долю метана в этой смеси в процентах. При решении задачи необходимо принять, что вещества, входящие в состав смеси, состоят из наиболее распространенных изотопов соответствующих химических элементов. Ответ дайте с точность до целых.

Решение:

- 1) В состав молекулы метана CH_4 входят 10 протонов и 6 нейтронов, а состав молекулы сероводорода H_2S – 18 протонов и 16 нейтронов.
- 2) Пусть количество вещества метана равно «х» моль, а количество вещества сероводорода равно «у» моль. Тогда общее количество вещества протонов равно $(10x + 18y)$ моль, а количество вещества нейтронов равно $(6x + 16y)$.
- 3) Теперь можно записать выражение для отношения числа протонов и нейтронов:

$$\frac{10x + 18y}{6x + 16y} = 1,5$$

Можно выразить «х» через «у»:

$$10x + 18y = 9x + 24y$$

$$x = 6y$$

Так как количество вещества метана относится к количеству вещества сероводорода как 6:1, то и объёмные доли этих газов в смеси относятся также. Таким образом:

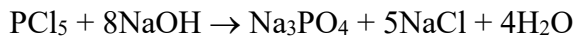
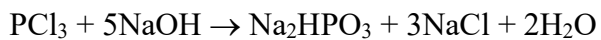
$$\varphi(\text{CH}_4) = (6 : 7) \cdot 100\% \approx 86\%$$

$$\varphi(\text{H}_2\text{S}) = 100\% - 86\% = 14\%$$

Ответ: 86

9-2-1

41,475 г смеси хлоридов фосфора (III) и (V) может полностью прореагировать со 775 мл 2М раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовую долю хлорида фосфора (V) в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,775 \cdot 2 = 1,55 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{PCl}_3) = x$ моль, $\nu(\text{PCl}_5) = y$ моль, тогда

$$\begin{cases} 5x + 8y = 1,55 \\ 137,5x + 208,5y = 41,475 \end{cases}$$

Откуда $x = 0,15$ моль и $y = 0,1$ моль

$$m(\text{PCl}_5) = 0,1 \cdot 208,5 = 20,85 \text{ г}$$

$$\omega(\text{PCl}_5) = 20,85 / 41,475 \cdot 100\% = 50,3\%$$

Ответ: 50,3

9-2-2

3,46 г смеси хлоридов фосфора (III) и (V) может полностью прореагировать со 130 мл 1М раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовую долю хлорида фосфора (V) в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,13 \cdot 1 = 0,13 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{PCl}_3) = x$ моль, $\nu(\text{PCl}_5) = y$ моль, тогда

$$\begin{cases} 5x + 8y = 0,13 \\ 137,5x + 208,5y = 3,46 \end{cases}$$

Откуда $x = 0,01$ моль и $y = 0,01$ моль

$$m(\text{PCl}_5) = 0,01 \cdot 208,5 = 2,085 \text{ г}$$

$$\omega(\text{PCl}_5) = 2,085 / 3,46 \cdot 100\% = 60,3\%$$

Ответ: 60,3

9-2-3

15,215 г смеси хлоридов фосфора (III) и (V) может полностью прореагировать с 380 мл 1,5М раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовую долю хлорида фосфора (V) в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,38 \cdot 1,5 = 0,57 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{PCl}_3) = x$ моль, $\nu(\text{PCl}_5) = y$ моль, тогда

$$\begin{cases} 5x + 8y = 0,57 \\ 137,5x + 208,5y = 15,215 \end{cases}$$

Откуда $x = 0,05$ моль и $y = 0,04$ моль

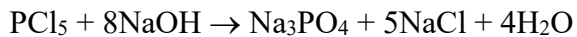
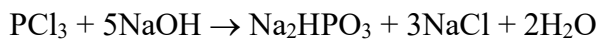
$$m(\text{PCl}_5) = 0,04 \cdot 208,5 = 8,34 \text{ г}$$

$$\omega(\text{PCl}_5) = 8,34 / 15,215 \cdot 100\% = 54,8\%$$

Ответ: 54,8

9-2-4

45,025 г смеси хлоридов фосфора (III) и (V) может полностью прореагировать с 680 мл 2,5М раствора гидроксида натрия. Рассчитайте массовую долю хлорида фосфора (V) в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,68 \cdot 2,5 = 1,7 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{PCl}_3) = x$ моль, $\nu(\text{PCl}_5) = y$ моль, тогда

$$\begin{cases} 5x + 8y = 1,7 \\ 137,5x + 208,5y = 45,025 \end{cases}$$

Откуда $x = 0,1$ моль и $y = 0,15$ моль

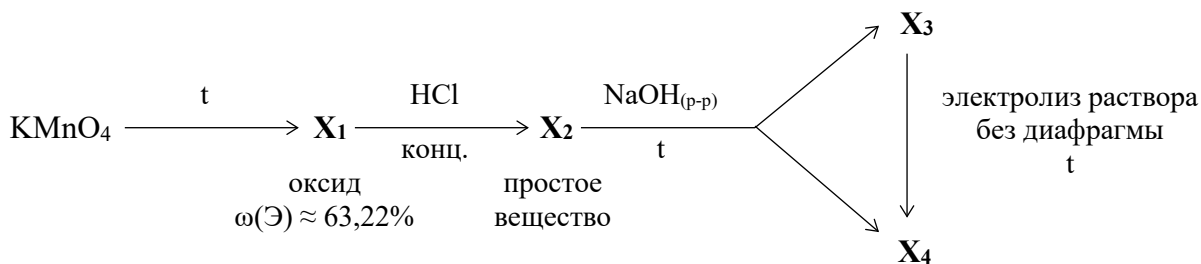
$$m(\text{PCl}_5) = 0,15 \cdot 208,5 = 31,275 \text{ г}$$

$$\omega(\text{PCl}_5) = 31,275 / 45,025 \cdot 100\% = 69,5\%$$

Ответ: 69,5

9-3-1

Дана цепочка превращений:



Определите молярные массы веществ $\mathbf{X_1}$ – $\mathbf{X_4}$ и сумму коэффициентов (минимальных и целочисленных) в реакции превращения $\mathbf{X_3}$ в $\mathbf{X_4}$. Атомные массы необходимо округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

Протекают реакции:

- 1) $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
- 2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2$

Вещества и их молярные массы:

$\mathbf{X_1}$	$\mathbf{X_2}$	$\mathbf{X_3}$	$\mathbf{X_4}$
MnO_2	Cl_2	NaCl	NaClO_3
87	71	58,5	106,5

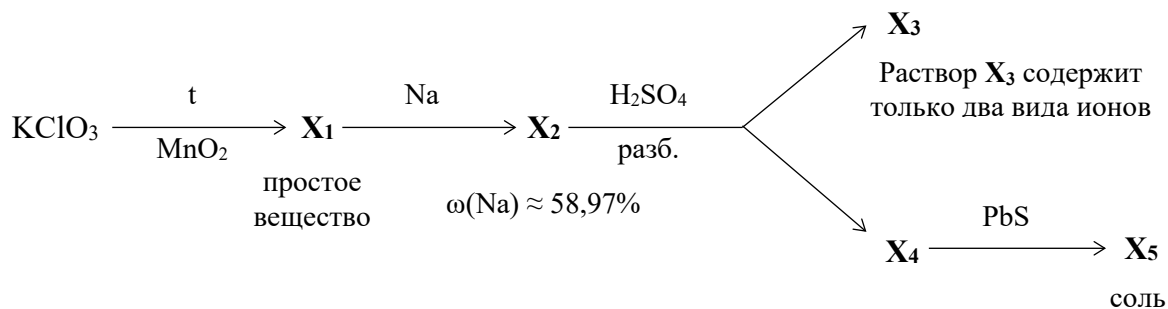
Сумма коэффициентов в реакции превращения $\mathbf{X_3}$ в $\mathbf{X_4}$ равна 8.

Ответы:

- 1) 87 (2 балла)
- 2) 71 (2 балла)
- 3) 58,5 (2 балла)
- 4) 106,5 (2 балла)
- 5) 8 (2 балла)

9-3-2

Дана цепочка превращений:



Определите молярные массы веществ X_2 – X_5 и сумму коэффициентов (минимальных и целочисленных) в реакции превращения X_4 в X_5 . Атомные массы необходимо округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

Протекают реакции:

- 1) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- 2) $\text{O}_2 + 2\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
- 3) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$
- 4) $4\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + \text{PbSO}_4$

Вещества и их молярные массы:

X_2	X_3	X_4	X_5
Na_2O_2	Na_2SO_4	H_2O_2	PbSO_4
78	142	34	303

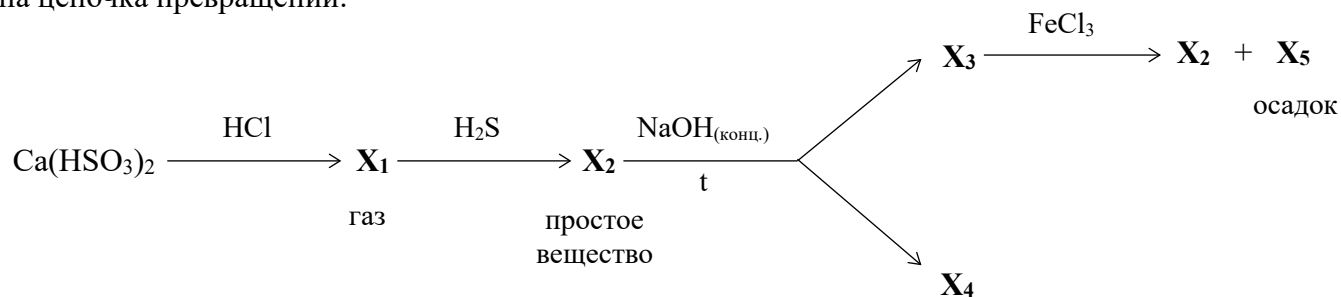
Сумма коэффициентов в реакции превращения X_3 в X_4 равна 10.

Ответы:

- 1) 78 (2 балла)
- 2) 142 (2 балла)
- 3) 34 (2 балла)
- 4) 303 (2 балла)
- 5) 10 (2 балла)

9-3-3

Дана цепочка превращений:



Определите молярные массы веществ X_1 , X_3 – X_5 и сумму коэффициентов (минимальных и целочисленных) в реакции превращения X_3 в X_2 и X_5 . Атомные массы необходимо округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

Протекают реакции:

- 1) $\text{Ca(HSO}_3\text{)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
- 2) $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3) $3\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4) $3\text{Na}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_3 \rightarrow 2\text{FeS} + \text{S} + 6\text{NaCl}$

Вещества и их молярные массы:

X_1	X_3	X_4	X_5
SO_2	Na_2S	Na_2SO_3	FeS
64	78	126	88

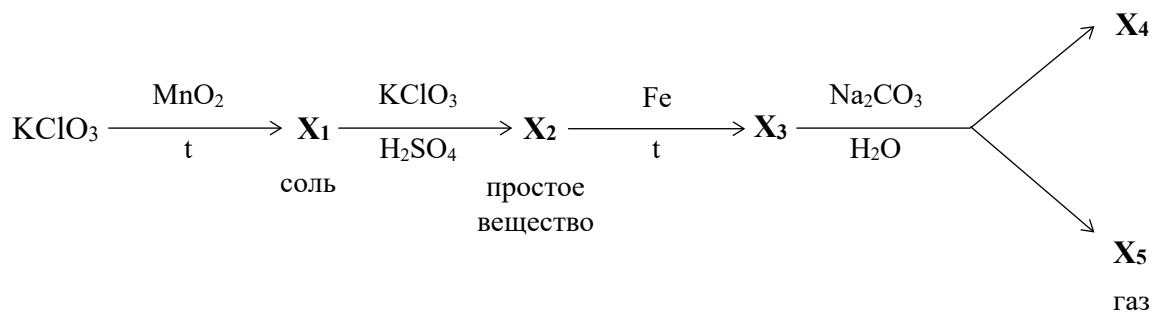
Сумма коэффициентов в реакции превращения X_3 в X_2 и X_5 равна 14.

Ответы:

- 1) 64 (2 балла)
- 2) 78 (2 балла)
- 3) 126 (2 балла)
- 4) 88 (2 балла)
- 5) 14 (2 балла)

9-3-4

Дана цепочка превращений:



Определите молярные массы веществ X_1 – X_4 и сумму коэффициентов (минимальных и целочисленных) в реакции превращения X_3 в X_4 и X_5 . Атомные массы необходимо округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

Протекают реакции:

- 1) $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- 2) $5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Cl}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} \rightarrow 2\text{FeCl}_3$
- 4) $3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 6\text{NaCl}$

Вещества и их молярные массы:

X_1	X_2	X_3	X_4
KCl	Cl_2	FeCl_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
74,5	71	162,5	107

Сумма коэффициентов в реакции превращения X_3 в X_4 и X_5 равна 19.

Ответы:

- 1) 74,5 (2 балла)
- 2) 71 (2 балла)
- 3) 162,5 (2 балла)
- 4) 107 (2 балла)
- 5) 19 (2 балла)

9-4-1

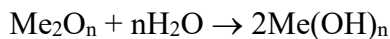
Оксид неизвестного металла массой 6,12 г полностью растворили в 100 мл воды. Затем объём образовавшегося раствора довели до 4 л и измерили pH раствора, который составил 12,3. Определите неизвестный оксид. В ответ запишите порядковый номер металла.

Справочная информация:

$$C(H^+) = 10^{-pH}$$

$$C(H^+) \cdot C(OH^-) = 10^{-14}$$

Решение

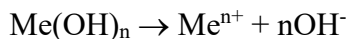


$$C(H^+) = 10^{-12,3} = 5 \times 10^{-13}$$

$$C(OH^-) = 0,02 \text{ М}$$

$$\nu(OH^-) = 0,02 \cdot 4 = 0,08 \text{ моль}$$

Так как оксид металла полностью растворился в воде, значит это оксид щелочного или щелочноземельного металла. А значит образовавшийся гидроксид полностью диссоциирует в воде:



$$\nu(Me(OH)_n) = 0,08/n \text{ моль}$$

$$\nu(Me_2O_n) = 0,04/n \text{ моль}$$

$$M(Me_2O_n) = 153n \text{ г/моль}$$

$$2M(Me) + 16n = 153n$$

$$M(Me) = 68,5n$$

При $n = 2$, $M(Me) = 137 \text{ г/моль}$, что соответствует бария (56)

Ответ: 56

9-4-2

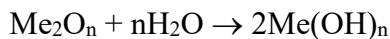
Оксид неизвестного металла массой 1,12 г полностью растворили в 100 мл воды. Затем объём образовавшегося раствора довели до 2 л и измерили pH раствора, который составил 12,3. Определите неизвестный оксид. В ответ запишите порядковый номер металла.

Справочная информация:

$$C(H^+) = 10^{-pH}$$

$$C(H^+) \cdot C(OH^-) = 10^{-14}$$

Решение

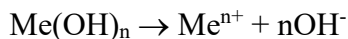


$$C(H^+) = 10^{-12,3} = 5 \times 10^{-13}$$

$$C(OH^-) = 0,02 \text{ М}$$

$$\nu(OH^-) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$$

Так как оксид металла полностью растворился в воде, значит это оксид щелочного или щелочноземельного металла. А значит образовавшийся гидроксид полностью диссоциирует в воде:



$$\nu(Me(OH)_n) = 0,04/n \text{ моль}$$

$$\nu(Me_2O_n) = 0,02/n \text{ моль}$$

$$M(Me_2O_n) = 56n \text{ г/моль}$$

$$2M(Me) + 16n = 56n$$

$$M(Me) = 20n$$

При $n = 2$, $M(Me) = 40 \text{ г/моль}$, что соответствует кальцию (20)

Ответ: 20

9-4-3

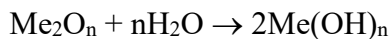
Оксид неизвестного металла массой 2,805 г полностью растворили в 100 мл воды. Затем объём образовавшегося раствора довели до 1 л и измерили pH раствора, который составил 12,48. Определите неизвестный оксид. В ответ запишите порядковый номер металла.

Справочная информация:

$$C(H^+) = 10^{-pH}$$

$$C(H^+) \cdot C(OH^-) = 10^{-14}$$

Решение

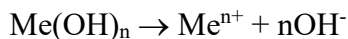


$$C(H^+) = 10^{-12,48} = 3,3 \times 10^{-13}$$

$$C(OH^-) = 0,03 \text{ М}$$

$$\nu(OH^-) = 0,03 \cdot 1 = 0,03 \text{ моль}$$

Так как оксид металла полностью растворился в воде, значит это оксид щелочного или щелочноземельного металла. А значит образовавшийся гидроксид полностью диссоциирует в воде:



$$\nu(Me(OH)_n) = 0,03/n \text{ моль}$$

$$\nu(Me_2O_n) = 0,015/n \text{ моль}$$

$$M(Me_2O_n) = 187n \text{ г/моль}$$

$$2M(Me) + 16n = 187n$$

$$M(Me) = 85,5n$$

При $n = 1$, $M(Me) = 85,5 \text{ г/моль}$, что соответствует рубидию (37)

Ответ: 37

9-4-4

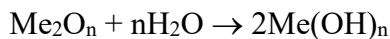
Оксид неизвестного металла массой 1,41 г полностью растворили в 100 мл воды. Затем объём образовавшегося раствора довели до 500 мл и измерили pH раствора, который составил 12,3. Определите неизвестный оксид. В ответ запишите порядковый номер металла.

Справочная информация:

$$C(H^+) = 10^{-pH}$$

$$C(H^+) \cdot C(OH^-) = 10^{-14}$$

Решение

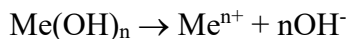


$$C(H^+) = 10^{-12,3} = 5 \times 10^{-13}$$

$$C(OH^-) = 0,02 \text{ М}$$

$$\nu(OH^-) = 0,02 \cdot 0,5 = 0,01 \text{ моль}$$

Так как оксид металла полностью растворился в воде, значит это оксид щелочного или щелочноземельного металла. А значит образовавшийся гидроксид полностью диссоциирует в воде:



$$\nu(Me(OH)_n) = 0,01/n \text{ моль}$$

$$\nu(Me_2O_n) = 0,005/n \text{ моль}$$

$$M(Me_2O_n) = 282n \text{ г/моль}$$

$$2M(Me) + 16n = 282n$$

$$M(Me) = 133n$$

При $n = 1$, $M(Me) = 133 \text{ г/моль}$, что соответствует цезию (55)

Ответ: 55

9-5-1

Красный фосфор сожгли в избытке хлора (*реакция 1*). К твердому продукту реакции добавили избыток раствора гидроксида калия и нагрели (*реакция 2*). К полученному раствору прилили раствор нитрата серебра, в ходе чего выпал осадок, состоящий из нескольких веществ: белого цвета (*реакция 3*), серо-коричневого цвета (*реакция 4*) и желтого цвета (*реакция 5*). В ответе укажите сумму коэффициентов во всех реакциях, коэффициенты должны минимальными и целочисленными. Формулу красного фосфора необходимо записывать как «Р».

Решение:

Протекают такие реакции:

- 1) $2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5$
- 2) $PCl_5 + 8KOH \rightarrow 5KCl + K_3PO_4 + 4H_2O$
- 3) $KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$
- 4) $2KOH + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2O + 2KNO_3 + H_2O$
- 5) $K_3PO_4 + 3AgNO_3 \rightarrow Ag_3PO_4 + 3KNO_3$

Реакция	Реакция №1	Реакция №2	Реакция №3	Реакция №4	Реакция №5
Сумма коэффициентов	9	19	4	8	8

Ответы:

- 1) 9 (2 балла)
- 2) 19 (2 балла)
- 3) 4 (2 балла)
- 4) 8 (2 балла)
- 5) 8 (2 балла)

9-5-2

Железо сожгли в кислороде (*реакция 1*). Твердый продукт реакции растворили в разбавленной серной кислоте (*реакция 2*). К полученному раствору прилили избыток раствора аммиака, в ходе чего выпал осадок, состоящий из нескольких веществ: зеленого цвета (*реакция 3*) и бурого цвета (*реакция 4*). При длительном стоянии на воздухе в пробирке остается только один осадок, но в большем количестве (*реакция 5*). В ответе укажите сумму коэффициентов во всех реакциях, коэффициенты должны минимальными и целочисленными. Аммиак в реакциях следует записывать **не** в виде гидрата. Образованием основных солей следует пренебречь.

Решение:

Протекают такие реакции:

- 1) $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$
- 2) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 4) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NH}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 5) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

Реакция	Реакция №1	Реакция №2	Реакция №3	Реакция №4	Реакция №5
Сумма коэффициентов	6	11	7	18	11

Ответы:

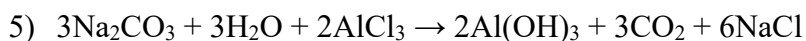
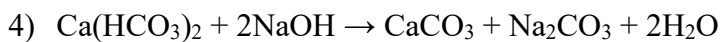
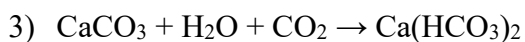
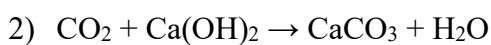
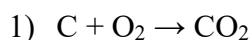
- 1) 6 (2 балла)
- 2) 11 (2 балла)
- 3) 7 (2 балла)
- 4) 18 (2 балла)
- 5) 11 (2 балла)

9-5-3

Графит сожгли в кислороде (*реакция 1*). Газообразный продукт реакции начали пропускать через известковую воду, при этом выпал осадок (*реакция 2*), который растворяется при пропускании избытка газа (*реакция 3*). К полученному раствору прилили избыток раствора гидроксида натрия, при этом также образуется осадок соли (*реакция 4*). Осадок отделили, из раствора выделили соль, которую прибавили к раствору хлорида алюминия (*реакция 5*). В ответе укажите сумму коэффициентов во всех реакциях, коэффициенты должны минимальными и целочисленными. Образованием основных солей следует пренебречь.

Решение:

Протекают такие реакции:



Реакция	Реакция №1	Реакция №2	Реакция №3	Реакция №4	Реакция №5
Сумма коэффициентов	3	4	4	7	19

Ответы:

1) 3 (2 балла)

2) 4 (2 балла)

3) 4 (2 балла)

4) 7 (2 балла)

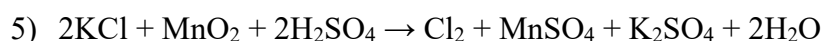
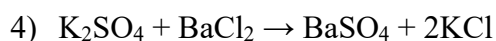
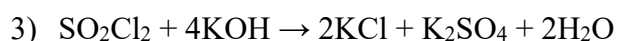
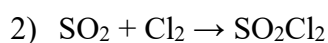
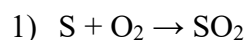
5) 19 (2 балла)

9-5-4

Серу сожгли в кислороде (*реакция 1*). Газообразный продукт реакции сгорания серы прореагировал с хлором (*реакция 2*), продукт этой реакции растворили в растворе, содержащем стехиометрическое количество гидроксида калия (*реакция 3*). Полученный раствор разделили на две равные части. К первой части прилили раствор хлорида бария, при этом образуется осадок (*реакция 4*). Ко второй части добавили разбавленную серную кислоту и диоксид марганца и нагрели (*реакция 5*), при этом выделился окрашенный газ. В ответе укажите сумму коэффициентов во всех реакциях, коэффициенты должны минимальными и целочисленными.

Решение:

Протекают такие реакции:



Реакция	Реакция №1	Реакция №2	Реакция №3	Реакция №4	Реакция №5
Сумма коэффициентов	3	3	10	5	10

Ответы:

1) 3 (2 балла)

2) 3 (2 балла)

3) 10 (2 балла)

4) 5 (2 балла)

5) 10 (2 балла)

9-6-1

Изотоп урана-238 в ходе череды α - и β -распадов превращается в стабильный изотоп свинца-206.

а) Рассчитайте количество α - и β -распадов, которые претерпевает изотоп урана-238.

Число α -распадов: _____

Число β -распадов: _____

б) При α -распаде одного моль изотопа плутония-239 выделяется 506 ГДж теплоты. Рассчитайте массу (в т) углерода, который необходимо сжечь для получения такого же количества теплоты, если теплота сгорания углерода составляет 394 кДж/моль. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

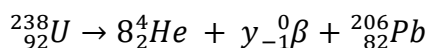
Решение:

а) В общем схему превращений можно записать следующим образом:



Так как при β -распаде не меняется массовое число изотопа, определим для начала число α -распадов:

$$\alpha = (238 - 206)/4 = 8$$



$$\text{Тогда } \beta = 82 + 8 \cdot 2 - 92 = 6$$

$$\text{б) } \nu(C) = 506 \times 10^9 / (394 \times 10^3) = 1,28 \times 10^6 \text{ моль}$$

$$m(C) = 1,28 \times 10^6 \times 12 = 15,4 \text{ т}$$

Ответ: а) $\alpha = 8$

3 балла

$\beta = 6$

4 балла

б) $m(C) = 15,4 \text{ т}$

3 балла

9-6-2

Изотоп урана-235 в ходе череды α - и β -распадов превращается в стабильный изотоп свинца-207.

а) Рассчитайте количество α - и β -распадов, которые претерпевает изотоп урана-235.

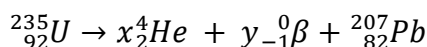
Число α -распадов: _____

Число β -распадов: _____

б) При α -распаде одного моль изотопа плутония-239 выделяется 506 ГДж теплоты. Рассчитайте массу (в т) молекулярного водорода, который необходимо сжечь для получения такого же количества теплоты, если теплота сгорания водорода составляет 286 кДж/моль. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

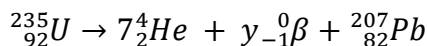
Решение:

а) В общем схему превращений можно записать следующим образом:



Так как при β -распаде не меняется массовое число изотопа, определим для начала число α -распадов:

$$\alpha = (235 - 207)/4 = 7$$



$$\text{Тогда } \beta = 82 + 7 \cdot 2 - 92 = 4$$

$$\text{б) } \nu(\text{H}_2) = 506 \times 10^9 / (286 \times 10^3) = 1,77 \times 10^6 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 1,77 \times 10^6 \times 2 = 3,5 \text{ т}$$

Ответ: а) $\alpha = 7$

3 балла

$\beta = 4$

4 балла

б) $m(\text{H}_2) = 3,5 \text{ т}$

3 балла

9-6-3

Изотоп тория-232 в ходе череды α - и β -распадов превращается в стабильный изотоп свинца-208.

а) Рассчитайте количество α - и β -распадов, которые претерпевает изотоп тория-232.

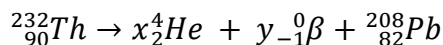
Число α -распадов: _____

Число β -распадов: _____

б) При α -распаде одного моль изотопа плутония-239 выделяется 506 ГДж теплоты. Рассчитайте массу (в т) метана (CH_4), который необходимо сжечь для получения такого же количества теплоты, если теплота сгорания метана составляет 890 кДж/моль. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

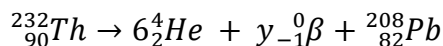
Решение:

а) В общем схему превращений можно записать следующим образом:



Так как при β -распаде не меняется массовое число изотопа, определим для начала число α -распадов:

$$\alpha = (232 - 208)/4 = 6$$



$$\text{Тогда } \beta^- = 82 + 6 \cdot 2 - 90 = 4$$

$$\text{б) } \nu(\text{CH}_4) = 506 \times 10^9 / (890 \times 10^3) = 5,69 \times 10^5 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_4) = 5,69 \times 10^5 \times 16 = 9,1 \text{ т}$$

Ответ: а) $\alpha = 6$

3 балла

$\beta = 4$

4 балла

б) $m(\text{H}_2) = 9,1 \text{ т}$

3 балла

9-6-4

Изотоп плутония-241 в ходе череды α - и β -распадов превращается в стабильный изотоп висмута-209.

а) Рассчитайте количество α - и β -распадов, которые претерпевает изотоп плутония-241.

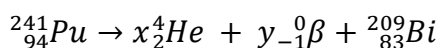
Число α -распадов: _____

Число β -распадов: _____

б) При α -распаде одного моль изотопа плутония-239 выделяется 506 ГДж теплоты. Рассчитайте массу (в т) ацетилена (C_2H_2), который необходимо сжечь для получения такого же количества теплоты, если теплота сгорания ацетилена составляет 1301 кДж/моль. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

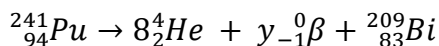
Решение:

а) В общем схему превращений можно записать следующим образом:



Так как при β -распаде не меняется массовое число изотопа, определим для начала число α -распадов:

$$\alpha = (241 - 209)/4 = 8$$



$$\text{Тогда } \beta^- = 83 + 8 \cdot 2 - 94 = 5$$

$$\text{б) } \nu(C_2H_2) = 506 \times 10^9 / (1301 \times 10^3) = 3,89 \times 10^5 \text{ моль}$$

$$m(C_2H_2) = 3,89 \times 10^5 \times 26 = 10,1 \text{ т}$$

Ответ: а) $\alpha = 8$

3 балла

$\beta = 5$

4 балла

б) $m(H_2) = 10,1 \text{ т}$

3 балла

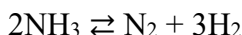
9-7-1

При сильном нагревании аммиака в закрытом сосуде установилось химическое равновесие, причем объём равновесной смеси в 1,8 раза отличается от исходного объёма аммиака (все объёмы приведены к одинаковым условиям). Определите выход реакции разложения аммиака, ответ дайте в процентах с точностью до целых. Изначально в сосуде находился только аммиак.

Какую массу сульфата аммония нужно нагреть с избытком гидроксида кальция, чтобы получить аммиак, необходимый для синтеза 0,6 моль азота указанным выше способом? Ответ дайте в граммах с точностью до целых. Примите, что выход реакции между сульфатом аммония и гидроксидом кальция равен 100%. Атомные массы необходимо округлять до целых.

Решение:

- 1) Разложение аммиака протекает в соответствии с уравнением:



- 2) Если принять за «х» объём разложившегося аммиака, то образуется 0,5х азота и 1,5х водорода. Т.к. выход реакции не зависит от взятого изначально объёма аммиака, то мы вправе принять, что до реакции в сосуде было 2 л аммиака. Тогда после установления равновесия общий объём газов в сосуде равен:

$$V_2(\text{общ}) = 2 - x + 0,5x + 1,5x = 2 + x$$

- 3) В ходе реакции объём реакционной смеси увеличивается, т.к. число молекул газов становится больше. Можем записать выражение для отношения объёма газов до реакции и после реакции:

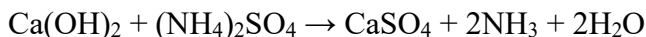
$$1,8 = \frac{2 + x}{2}$$

Отсюда, $x = 1,6$ (л).

- 4) Таким образом, разложилось 1,6 л аммиака из исходных 2 л этого газа. Выход реакции равен:

$$\eta = \frac{V_{\text{NH}_3}^{\text{разл}}}{V_{\text{NH}_3}^{\text{исх}}} \cdot 100\% = \frac{1,6 \text{ л}}{2 \text{ л}} \cdot 100\% = 80\%$$

- 5) Реакция сульфата аммония с гидроксидом кальция:



- 6) Для получения 0,6 моль азота понадобилось бы 1,2 моль аммиака, с учетом выхода реакции:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{1,2 \text{ моль}}{0,8} = 1,5 \text{ моль}$$

- 7) Для получения 1,5 моль аммиака необходимо 0,75 моль сульфата аммония, его масса будет равна:

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) \cdot M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,75 \text{ моль} \cdot 132 \text{ г/моль} = 99 \text{ г}$$

Ответы:

- 1) 80 (5 баллов)
- 2) 99 (5 баллов)

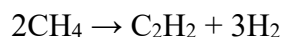
9-7-2

При сильном нагревании и резком охлаждении метана в закрытом сосуде оказывается смесь газов за счет образования ацетилена C_2H_2 и водорода, причем объём конечной смеси в 1,4 раза отличается от исходного объёма метана (все объёмы приведены к одинаковым условиям). Определите выход реакции разложения метана, ответ дайте в процентах с точностью до целых. Изначально в сосуде находился только метан.

Какую массу карбида бериллия Be_2C нужно гидролизовать, чтобы получить метан, необходимый для синтеза 0,4 моль ацетилена указанным выше способом? Ответ дайте в граммах с точностью до целых. Примите, что выход реакции гидролиза карбида бериллия равен 100%. Атомные массы необходимо округлять до целых.

Решение:

- 1) Разложение метана протекает в соответствии с уравнением:



- 2) Если принять за «х» объём разложившегося метана, то образуется 0,5х ацетилена и 1,5х водорода. Т.к. выход реакции не зависит от взятого изначально объёма метана, то мы вправе принять, что до реакции в сосуде было 2 л метана. Тогда после реакции общий объём газов в сосуде равен:

$$V_2^{(общ)} = 2 - x + 0,5x + 1,5x = 2 + x$$

- 3) В ходе реакции объём реакционной смеси увеличивается, т.к. число молекул газов становится больше. Можем записать выражение для отношения объёма газов до реакции и после реакции:

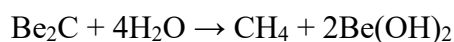
$$1,4 = \frac{2 + x}{2}$$

Отсюда, $x = 0,8$ (л).

- 4) Таким образом, разложилось 0,8 л метана из исходных 2 л этого газа. Выход реакции равен:

$$\eta = \frac{V_{CH_4}^{разл}}{V_{CH_4}^{исх}} \cdot 100\% = \frac{0,8 \text{ л}}{2 \text{ л}} \cdot 100\% = 40\%$$

- 5) Реакция карбида бериллия с водой:



- 6) Для получения 0,4 моль ацетилена понадобилось бы 0,8 моль метана, с учетом выхода реакции:

$$n(CH_4) = \frac{0,8 \text{ моль}}{0,4} = 2 \text{ моль}$$

- 7) Для получения 2 моль метана необходимо 2 моль карбида бериллия, его масса будет равна:

$$m(Be_2C) = n(Be_2C) \cdot M(Be_2C) = 2 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль} = 60 \text{ г}$$

Ответы:

- 1) 40 (5 баллов)
2) 60 (5 баллов)

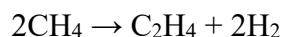
9-7-3

При сильном нагревании и резком охлаждении метана в закрытом сосуде оказывается смесь газов за счет образования этилена C_2H_4 и водорода, причем объём конечной смеси в 1,3 раза отличается от исходного объёма метана (все объёмы приведены к одинаковым условиям). Определите выход реакции разложения метана, ответ дайте в процентах с точностью до целых. Изначально в сосуде находился только метан.

Какую массу карбида бериллия Be_2C нужно гидролизовать, чтобы получить метан, необходимый для синтеза 1,2 моль этилена указанным выше способом? Ответ дайте в граммах с точностью до целых. Примите, что выход реакции гидролиза карбида бериллия равен 100%. Атомные массы необходимо округлять до целых.

Решение:

- 1) Разложение метана протекает в соответствии с уравнением:



- 2) Если принять за «х» объём разложившегося метана, то образуется 0,5х этилена и х водорода. Т.к. выход реакции не зависит от взятого изначально объема метана, то мы вправе принять, что до реакции в сосуде было 2 л метана. Тогда после реакции общий объем газов в сосуде равен:

$$V_2^{(общ)} = 2 - x + 0,5x + x = 2 + 0,5x$$

- 3) В ходе реакции объём реакционной смеси увеличивается, т.к. число молекул газов становится больше. Можем записать выражение для отношения объёма газов до реакции и после реакции:

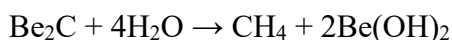
$$1,3 = \frac{2 + 0,5x}{2}$$

Отсюда, $x = 1,2$ (л).

- 4) Таким образом, разложилось 1,2 л метана из исходных 2 л этого газа. Выход реакции равен:

$$\eta = \frac{V_{CH_4}^{разл}}{V_{CH_4}^{исх}} \cdot 100\% = \frac{1,2 \text{ л}}{2 \text{ л}} \cdot 100\% = 60\%$$

- 5) Реакция карбида бериллия с водой:



- 6) Для получения 1,2 моль этилена понадобилось бы 2,4 моль метана, с учетом выхода реакции:

$$n(CH_4) = \frac{2,4 \text{ моль}}{0,6} = 4 \text{ моль}$$

- 7) Для получения 4 моль метана необходимо 4 моль карбида бериллия, его масса будет равна:

$$m(Be_2C) = n(Be_2C) \cdot M(Be_2C) = 4 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль} = 120 \text{ г}$$

Ответы:

- 1) 60 (5 баллов)
2) 120 (5 баллов)

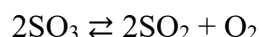
9-7-4

При сильном нагревании оксида серы(VI) в закрытом сосуде установилось химическое равновесие, причем объём равновесной смеси в 1,2 раза отличается от исходного объёма оксида серы(VI) (все объёмы приведены к одинаковым условиям). Определите выход реакции разложения оксида серы(VI), ответ дайте в процентах с точностью до целых. Изначально в сосуде находился только оксид серы(VI).

Равновесную смесь пропустили через воду. К полученному раствору добавили избыток раствора хлорида бария. Какова масса образующегося осадка, если изначально подвергли разложению 1,6 моль оксида серы(VI)? Ответ дайте в граммах с точностью до целых. Атомные массы необходимо округлять до целых.

Решение:

- 1) Разложение оксида серы(VI) протекает в соответствии с уравнением:



- 2) Если принять за «х» объём разложившегося оксида серы(VI), то образуется х оксида серы(IV) и 0,5х кислорода. Т.к. выход реакции не зависит от взятого изначально объёма оксида серы(VI), то мы вправе принять, что до реакции в сосуде было 2 л оксида серы(VI). Тогда после установления равновесия общий объём газов в сосуде равен:

$$V_2^{(\text{общ})} = 2 - x + x + 0,5x = 2 + 0,5x$$

- 3) В ходе реакции объём реакционной смеси увеличивается, т.к. число молекул газов становится больше. Можем записать выражение для отношения объёма газов до реакции и после реакции:

$$1,2 = \frac{2 + 0,5x}{2}$$

Отсюда, $x = 0,8$ (л).

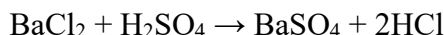
- 4) Таким образом, разложилось 0,8 л оксида серы(VI) из исходных 2 л этого газа. Выход реакции равен:

$$\eta = \frac{V_{\text{SO}_3}^{\text{разл}}}{V_{\text{SO}_3}^{\text{исх}}} \cdot 100\% = \frac{0,8 \text{ л}}{2 \text{ л}} \cdot 100\% = 40\%$$

- 5) При растворении равновесной смеси в воде образуется серная кислота, поэтому сернистая кислота образоваться не может, и диоксид серы SO_2 не поглощается водой:



Следовательно, с хлоридом бария реагирует только серная кислота:



- 6) Найдём, какое количество вещества оксида серы осталось в равновесной смеси:

$$n^{\text{ост}}(\text{SO}_3) = 1,6 \text{ моль} \cdot (1 - 0,4) = 0,96 \text{ моль}$$

- 7) Количество вещества оксида серы(VI) равна количеству сульфата бария, его масса будет равна:

$$m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 0,96 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 223,68 \text{ г} \approx 224 \text{ г}$$

Ответы:

- 1) 40 (5 баллов)
- 2) 224 (5 баллов)

9-8-1

В лабораторию для анализа поступил образец, содержащий одно или два из следующих веществ: NaOH , NaHCO_3 и Na_2CO_3 . Образец количественно перенесли в мерную колбу на 100 мл, добавили некоторое количество дист. воды (~30 мл), полностью растворили, а затем довели объём раствора до 100 мл. Из данной колбы отобрали с помощью пипетки Мора 10 мл анализируемого раствора и перенесли в колбу для титрования. Затем добавили несколько капель индикатора фенолфталеина и если раствор приобрел розовую окраску оттитровали 0,1М раствором соляной кислоты до обесцвечивания раствора ($V_{\text{фф}}$). В этот же раствор затем добавили индикатор метиловый оранжевый и в случае окрашивания раствора в желтый цвет дальше оттитровывали этим же раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора на оранжевую ($V_{\text{мо}}$).

- 1) В зависимости от полученных соотношений $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ можно сразу сделать вывод о качественном составе смеси.

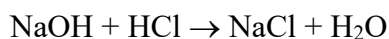
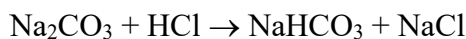
Установите соответствие между возможным соотношением $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ и возможным составом исследуемого образца:

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
А) $V_{\text{фф}} = 0, V_{\text{мо}} = V$	1) Только NaOH
Б) $V_{\text{фф}} > V_{\text{мо}}$	2) Только NaHCO_3
	3) Только Na_2CO_3
	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

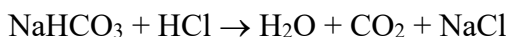
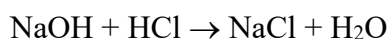
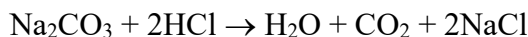
- 2) Как называется смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 ? В ответ напишите слово в именительном падеже.
- 3) В ходе титрования были получены следующие результаты: $\bar{V}_{\text{фф}} = 12$ мл, $\bar{V}_{\text{мо}} = 10$ мл. Рассчитайте молярную концентрацию гидрокарбоната натрия в растворе исследуемого образца (процессами гидролиза при расчете можно пренебречь). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение

- 1) Титрование с фенолфталеином протекает только до воды или гидрокарбоната натрия:



С метиловым оранжевым до воды или угольной кислоты:



Следовательно,

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
$V_{\text{фф}} = 0, V_{\text{мо}} = V$	1) Только NaHCO_3
$V_{\text{фф}} = V, V_{\text{мо}} = 0$	2) Только NaOH
$V_{\text{фф}} = V_{\text{мо}}$	3) Только Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} > V_{\text{мо}}$	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} < V_{\text{мо}}$	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

2) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 называется буфером.

$$3) C(\text{NaHCO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) * (\bar{V}_{\text{мо}} - \bar{V}_{\text{фф}})}{V(\text{пипетки Мора})} = \frac{0,1 * (12 - 10)}{10} = 0,02\text{M}$$

Ответ:

1) А – 2

2 балла

Б – 4

2 балла

2) Буфер

2 балла

3) 0,02

4 балла

9-8-2

В лабораторию для анализа поступил образец, содержащий одно или два из следующих веществ: NaOH , NaHCO_3 и Na_2CO_3 . Образец количественно перенесли в мерную колбу на 100 мл, добавили некоторое количество дист. воды (~30 мл), полностью растворили, а затем довели объём раствора до 100 мл. Из данной колбы отобрали с помощью пипетки Мора 10 мл анализируемого раствора и перенесли в колбу для титрования. Затем добавили несколько капель индикатора фенолфталеина и если раствор приобрел розовую окраску оттитровали 0,1М раствором соляной кислоты до обесцвечивания раствора ($V_{\text{фф}}$). В этот же раствор затем добавили индикатор метиловый оранжевый и в случае окрашивания раствора в желтый цвет дальше оттитровывали этим же раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора на оранжевую ($V_{\text{мо}}$).

- 1) В зависимости от полученных соотношений $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ можно сразу сделать вывод о качественном составе смеси.

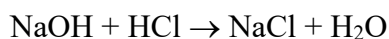
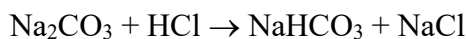
Установите соответствие между возможным соотношением $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ и возможным составом исследуемого образца:

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
А) $V_{\text{фф}} = V$, $V_{\text{мо}} = 0$	1) Только NaOH
Б) $V_{\text{фф}} = V_{\text{мо}}$	2) Только NaHCO_3
	3) Только Na_2CO_3
	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

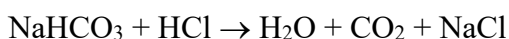
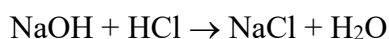
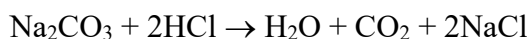
- 2) Как называется смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 ? В ответ напишите слово в именительном падеже.
- 3) В ходе титрования были получены следующие результаты: $\bar{V}_{\text{фф}} = 12$ мл, $\bar{V}_{\text{мо}} = 5$ мл. Рассчитайте молярную концентрацию карбоната натрия в растворе исследуемого образца (процессами гидролиза при расчете можно пренебречь). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение

- 1) Титрование с фенолфталеином протекает только до воды или гидрокарбоната натрия:



С метиловым оранжевым до воды или угольной кислоты:



Следовательно,

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
$V_{\text{фф}} = 0$, $V_{\text{мо}} = V$	1) Только NaHCO_3
$V_{\text{фф}} = V$, $V_{\text{мо}} = 0$	2) Только NaOH
$V_{\text{фф}} = V_{\text{мо}}$	3) Только Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} > V_{\text{мо}}$	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} < V_{\text{мо}}$	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

2) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 называется буфером.

$$3) C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) \cdot \bar{V}_{\text{мо}}}{V(\text{пипетки Мора})} = \frac{0,1 \cdot 5}{10} = 0,05\text{M}$$

Ответ:

1) А – 1

2 балла

Б – 3

2 балла

2) Буфер

2 балла

3) 0,05

4 балла

9-8-3

В лабораторию для анализа поступил образец, содержащий одно или два из следующих веществ: NaOH, NaHCO₃ и Na₂CO₃. Образец количественно перенесли в мерную колбу на 100 мл, добавили некоторое количество дист. воды (~30 мл), полностью растворили, а затем довели объём раствора до 100 мл. Из данной колбы отобрали с помощью пипетки Мора 10 мл анализируемого раствора и перенесли в колбу для титрования. Затем добавили несколько капель индикатора фенолфталеина и если раствор приобрел розовую окраску оттитровали 0,1М раствором соляной кислоты до обесцвечивания раствора (V_{фф}). В этот же раствор затем добавили индикатор метиловый оранжевый и в случае окрашивания раствора в желтый цвет дальше оттитровывали этим же раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора на оранжевую (V_{мо}).

- 1) В зависимости от полученных соотношений V_{фф} и V_{мо} можно сразу сделать вывод о качественном составе смеси.

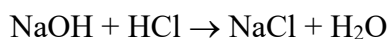
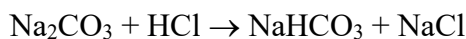
Установите соответствие между возможным соотношением V_{фф} и V_{мо} и возможным составом исследуемого образца:

Соотношение V _{фф} и V _{мо}	Состав образца
А) V _{фф} = V, V _{мо} = 0	1) Только NaOH
Б) V _{фф} < V _{мо}	2) Только NaHCO ₃
	3) Только Na ₂ CO ₃
	4) Смесь NaOH и Na ₂ CO ₃
	5) Смесь NaHCO ₃ и Na ₂ CO ₃

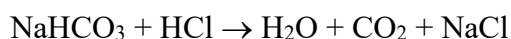
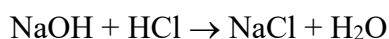
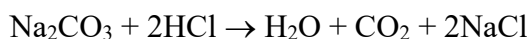
- 2) Как называется смесь NaHCO₃ и Na₂CO₃? В ответ напишите слово в именительном падеже.
- 3) В ходе титрования были получены следующие результаты: $\bar{V}_{фф} = 9$ мл, $\bar{V}_{мо} = 3$ мл. Рассчитайте молярную концентрацию гидроксида натрия в растворе исследуемого образца (процессами гидролиза при расчете можно пренебречь). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение

- 1) Титрование с фенолфталеином протекает только до воды или гидрокарбоната натрия:



С метиловым оранжевым до воды или угольной кислоты:



Следовательно,

Соотношение V _{фф} и V _{мо}	Состав образца
V _{фф} = 0, V _{мо} = V	1) Только NaHCO ₃
V _{фф} = V, V _{мо} = 0	2) Только NaOH
V _{фф} = V _{мо}	3) Только Na ₂ CO ₃
V _{фф} > V _{мо}	4) Смесь NaOH и Na ₂ CO ₃
V _{фф} < V _{мо}	5) Смесь NaHCO ₃ и Na ₂ CO ₃

2) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 называется буфером.

$$3) C(\text{NaOH}) = \frac{C(\text{HCl}) * (\bar{V}_{\text{фф}} - \bar{V}_{\text{мо}})}{V(\text{пипетки Мора})} = \frac{0,1 * (9 - 3)}{10} = 0,06\text{M}$$

Ответ:

1) А – 1

2 балла

Б – 5

2 балла

2) Буфер

2 балла

3) 0,06

4 балла

В лабораторию для анализа поступил образец, содержащий одно или два из следующих веществ: NaOH , NaHCO_3 и Na_2CO_3 . Образец количественно перенесли в мерную колбу на 100 мл, добавили некоторое количество дист. воды (~30 мл), полностью растворили, а затем довели объём раствора до 100 мл. Из данной колбы отобрали с помощью пипетки Мора 10 мл анализируемого раствора и перенесли в колбу для титрования. Затем добавили несколько капель индикатора фенолфталеина и если раствор приобрел розовую окраску оттитровали 0,1М раствором соляной кислоты до обесцвечивания раствора ($V_{\text{фф}}$). В этот же раствор затем добавили индикатор метиловый оранжевый и в случае окрашивания раствора в желтый цвет дальше оттитровывали этим же раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора на оранжевую ($V_{\text{мо}}$).

- 1) В зависимости от полученных соотношений $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ можно сразу сделать вывод о качественном составе смеси.

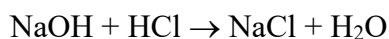
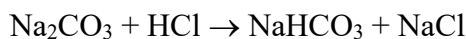
Установите соответствие между возможным соотношением $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$ и возможным составом исследуемого образца:

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
А) $V_{\text{фф}} = V_{\text{мо}}$	1) Только NaOH
Б) $V_{\text{фф}} > V_{\text{мо}}$	2) Только NaHCO_3
	3) Только Na_2CO_3
	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

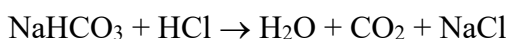
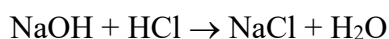
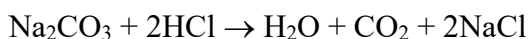
- 2) Как называется смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 ? В ответ напишите слово в именительном падеже.
- 3) В ходе титрования были получены следующие результаты: $\bar{V}_{\text{фф}} = 8$ мл, $\bar{V}_{\text{мо}} = 15$ мл. Рассчитайте молярную концентрацию гидрокарбоната натрия в растворе исследуемого образца (процессами гидролиза при расчете можно пренебречь). В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение

- 1) Титрование с фенолфталеином протекает только до воды или гидрокарбоната натрия:



С метиловым оранжевым до воды или угольной кислоты:



Следовательно,

Соотношение $V_{\text{фф}}$ и $V_{\text{мо}}$	Состав образца
$V_{\text{фф}} = 0, V_{\text{мо}} = V$	1) Только NaHCO_3
$V_{\text{фф}} = V, V_{\text{мо}} = 0$	2) Только NaOH
$V_{\text{фф}} = V_{\text{мо}}$	3) Только Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} > V_{\text{мо}}$	4) Смесь NaOH и Na_2CO_3
$V_{\text{фф}} < V_{\text{мо}}$	5) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3

2) Смесь NaHCO_3 и Na_2CO_3 называется буфером.

$$3) C(\text{NaHCO}_3) = \frac{C(\text{HCl}) * (\bar{V}_{\text{мо}} - \bar{V}_{\text{фф}})}{V(\text{пипетки Мора})} = \frac{0,1 * (15 - 8)}{10} = 0,07\text{M}$$

Ответ:

1) А – 3

2 балла

Б – 4

2 балла

2) Буфер

2 балла

3) 0,07

4 балла

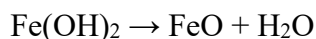
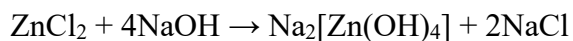
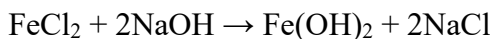
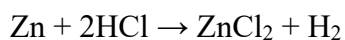
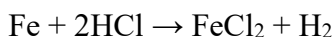
9-9-1

Смесь порошков цинка и железа залили избытком соляной кислоты без доступа кислорода. В ходе протекающих процессов выделилось 6,72 л (н.у.) газа. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили и прокалили в инертной атмосфере до постоянной массы. При этом образовалось 14,4 г твердого продукта реакции. Определите массовую долю железа в исходной смеси металлов.

Определите массовую долю соли в итоговом растворе, если его масса равна 320 г. Обе массовые доли необходимо выразить в процентах. Ответы дайте с точностью до десятых процента. Атомные массы элементов необходимо брать целочисленными, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) В задаче описаны следующие реакции:



- 2) Количество вещества водорода можно выразить через количества веществ цинка и железа и рассчитать из данного объема:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) + n(\text{Fe}) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

- 3) Количество вещества оксида железа(II) равно количеству вещества железа и рассчитывается из данных о массе:

$$n(\text{FeO}) = n(\text{Fe}) = 14,4 \text{ г} : 72 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

- 4) Следовательно, количество вещества цинка равно:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) - n(\text{Fe}) = 0,3 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

- 5) Массы цинка, железа и исходной смеси металлов равны:

$$m(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 6,5 \text{ г}$$

$$m(\text{смесь}) = 11,2 \text{ г} + 6,5 \text{ г} = 17,7 \text{ г}$$

- 6) Массовая доля железа в исходной смеси:

$$\omega(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г} : 17,7 \text{ г} \cdot 100\% \approx 63,3\%$$

- 7) Количество вещества и масса комплексной соли цинка:

$$n(\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = n(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = 0,1 \text{ моль} \cdot 179 \text{ г/моль} = 17,9 \text{ г}$$

- 8) Массовая доля комплексной соли в итоговом растворе:

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]) = 17,9 \text{ г} : 320 \text{ г} \cdot 100\% \approx 5,6\%$$

Ответы:

1) 63,3

2) 5,6

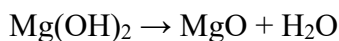
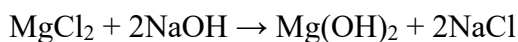
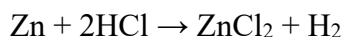
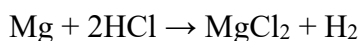
9-9-2

Смесь порошков цинка и магния залили избытком соляной кислоты. В ходе протекающих процессов выделилось 6,72 л (н.у.) газа. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили и прокалили до постоянной массы. При этом образовалось 4,0 г твердого продукта реакции. Определите массовую долю магния в исходной смеси металлов.

Определите массовую долю соли в итоговом растворе, если его масса равна 540 г. Обе массовые доли необходимо выразить в процентах. Ответы дайте с точностью до десятых процента. Атомные массы элементов необходимо брать целочисленными, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) В задаче описаны следующие реакции:



- 2) Количество вещества водорода можно выразить через количества веществ цинка и магния и рассчитать из данного объема:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) + n(\text{Mg}) = 6,72 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

- 3) Количество вещества оксида магния равно количеству вещества магния и рассчитывается из данных о массе:

$$n(\text{MgO}) = n(\text{Mg}) = 4,0 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$$

- 4) Следовательно, количество вещества цинка равно:

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) - n(\text{Mg}) = 0,3 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

- 5) Массы цинка, магния и исходной смеси металлов равны:

$$m(\text{Mg}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 2,4 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 13,0 \text{ г}$$

$$m(\text{смесь}) = 2,4 \text{ г} + 13,0 \text{ г} = 15,4 \text{ г}$$

- 6) Массовая доля магния в исходной смеси:

$$\omega(\text{Mg}) = 2,4 \text{ г} : 15,4 \text{ г} \cdot 100\% \approx 15,6\%$$

- 7) Количество вещества и масса комплексной соли цинка:

$$n(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2 \text{ моль} \cdot 179 \text{ г/моль} = 35,8 \text{ г}$$

- 8) Массовая доля комплексной соли в итоговом растворе:

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 35,8 \text{ г} : 540 \text{ г} \cdot 100\% \approx 6,6\%$$

Ответы:

1) 15,6

2) 6,6

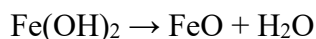
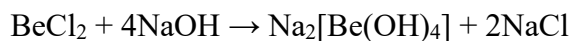
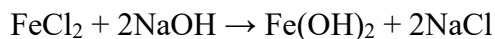
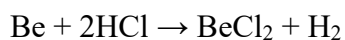
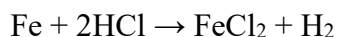
9-9-3

Смесь порошков бериллия и железа залили избытком соляной кислоты без доступа кислорода. В ходе протекающих процессов выделилось 8,96 л (н.у.) газа. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили и прокалили в инертной атмосфере до постоянной массы. При этом образовалось 14,4 г твердого продукта реакции. Определите массовую долю железа в исходной смеси металлов.

Определите массовую долю соли в итоговом растворе, если его масса равна 500 г. Обе массовые доли необходимо выразить в процентах. Ответы дайте с точностью до десятых процента. Атомные массы элементов необходимо брать целочисленными, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) В задаче описаны следующие реакции:



- 2) Количество вещества водорода можно выразить через количества веществ бериллия и железа и рассчитать из данного объема:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Be}) + n(\text{Fe}) = 8,96 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

- 3) Количество вещества оксида железа(II) равно количеству вещества железа и рассчитывается из данных о массе:

$$n(\text{FeO}) = n(\text{Fe}) = 14,4 \text{ г} : 72 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

- 4) Следовательно, количество вещества бериллия равно:

$$n(\text{Be}) = n(\text{H}_2) - n(\text{Fe}) = 0,4 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

- 5) Массы бериллия, железа и исходной смеси металлов равны:

$$m(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Be}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 9 \text{ г/моль} = 1,8 \text{ г}$$

$$m(\text{смесь}) = 11,2 \text{ г} + 1,8 \text{ г} = 13,0 \text{ г}$$

- 6) Массовая доля железа в исходной смеси:

$$\omega(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г} : 13,0 \text{ г} \cdot 100\% \approx 86,2\%$$

- 7) Количество вещества и масса комплексной соли бериллия:

$$n(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = n(\text{Be}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = 0,2 \text{ моль} \cdot 123 \text{ г/моль} = 24,6 \text{ г}$$

- 8) Массовая доля комплексной соли в итоговом растворе:

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = 24,6 \text{ г} : 500 \text{ г} \cdot 100\% \approx 4,9\%$$

Ответы:

1) 86,2

2) 4,9

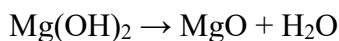
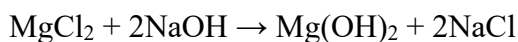
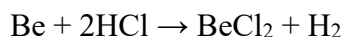
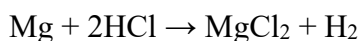
9-9-4

Смесь порошков бериллия и магния залили избытком соляной кислоты. В ходе протекающих процессов выделилось 8,96 л (н.у.) газа. К полученному раствору добавили избыток раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили и прокалили до постоянной массы. При этом образовалось 12,0 г твердого продукта реакции. Определите массовую долю магния в исходной смеси металлов.

Определите массовую долю соли в итоговом растворе, если его масса равна 400 г. Обе массовые доли необходимо выразить в процентах. Ответы дайте с точностью до десятых процента. Атомные массы элементов необходимо брать целочисленными, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) В задаче описаны следующие реакции:



- 2) Количество вещества водорода можно выразить через количества веществ бериллия и магния и рассчитать из данного объема:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Be}) + n(\text{Mg}) = 8,96 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

- 3) Количество вещества оксида магния равно количеству вещества магния и рассчитывается из данных о массе:

$$n(\text{MgO}) = n(\text{Mg}) = 12,0 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

- 4) Следовательно, количество вещества бериллия равно:

$$n(\text{Be}) = n(\text{H}_2) - n(\text{Mg}) = 0,4 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$$

- 5) Массы бериллия, магния и исходной смеси металлов равны:

$$m(\text{Mg}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 7,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Be}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 9 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ г}$$

$$m(\text{смесь}) = 7,2 \text{ г} + 0,9 \text{ г} = 8,1 \text{ г}$$

- 6) Массовая доля железа в исходной смеси:

$$\omega(\text{Mg}) = 7,2 \text{ г} : 8,1 \text{ г} \cdot 100\% \approx 88,9\%$$

- 7) Количество вещества и масса комплексной соли бериллия:

$$n(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = n(\text{Be}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = 0,1 \text{ моль} \cdot 123 \text{ г/моль} = 12,3 \text{ г}$$

- 8) Массовая доля комплексной соли в итоговом растворе:

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]) = 12,3 \text{ г} : 400 \text{ г} \cdot 100\% \approx 3,1\%$$

Ответы:

1) 88,9

2) 3,1

9-10-1

Жидкость Вакенродера – это сложная смесь различных кислородсодержащих кислот серы самого разного строения, которая обязательно включает в себя политионовые кислоты состава $H_2S_nO_6$ ($n = 3-20$).

В лабораторию для анализа поступил раствор, содержащий одну из возможных политионовых кислот. Раствор аккуратно перенесли в химический стакан и нагревали при $20^\circ C$ до постоянной массы. При этом наблюдали выделение газа с резким запахом и образование желтого осадка, а масса раствора уменьшилась на 12,8 г. Осадок аккуратно отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 6,4 г. К фильтрату добавили избыток раствора хлорида бария, при этом выпал белый осадок массой 23,3 г.

Определите значение n в формуле соответствующей политионовой кислоты $H_2S_nO_6$. В ответ запишите целое число.

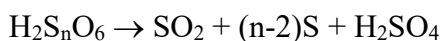
Решение

По представленным описаниям образующихся веществ, можно сделать вывод, что

газ с резким запахом – SO_2

простое вещество желтого цвета – S

белый осадок – $BaSO_4$, тогда уравнение реакции разложения $H_2S_nO_6$ можно представить следующим образом:

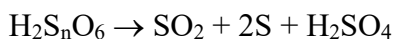


$$\nu(S) = 6,4/32 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) = (12,8 - 6,4)/64 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \nu(BaSO_4) = 23,3/233 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(S) : \nu(H_2SO_4) = 1 : 2 : 1$$



Следовательно, $n = 4$.

Ответ: 4

9-10-2

Жидкость Вакенродера – это сложная смесь различных кислородсодержащих кислот серы самого разного строения, которая обязательно включает в себя политионовые кислоты состава $H_2S_nO_6$ ($n = 3-20$).

В лабораторию для анализа поступил раствор, содержащий одну из возможных политионовых кислот. Раствор аккуратно перенесли в химический стакан и нагревали при $20^\circ C$ до постоянной массы. При этом наблюдали выделение газа с резким запахом и образование желтого осадка, а масса раствора уменьшилась на 12,8 г. Осадок аккуратно отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 7,68 г. К фильтрату добавили избыток раствора хлорида бария, при этом выпал белый осадок массой 18,64 г.

Определите значение n в формуле соответствующей политионовой кислоты $H_2S_nO_6$. В ответ запишите целое число.

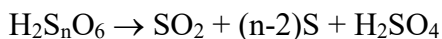
Решение

По представленным описаниям образующихся веществ, можно сделать вывод, что

газ с резким запахом – SO_2

простое вещество желтого цвета – S

белый осадок – $BaSO_4$, тогда уравнение реакции разложения $H_2S_nO_6$ можно представить следующим образом:

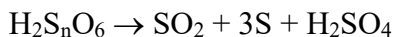


$$\nu(S) = 7,68/32 = 0,24 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) = (12,8 - 7,68)/64 = 0,08 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \nu(BaSO_4) = 18,64/233 = 0,08 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(S) : \nu(H_2SO_4) = 1 : 3 : 1$$



Следовательно, $n = 5$.

Ответ: 5

9-10-3

Жидкость Вакенродера – это сложная смесь различных кислородсодержащих кислот серы самого разного строения, которая обязательно включает в себя политионовые кислоты состава $H_2S_nO_6$ ($n = 3-20$).

В лабораторию для анализа поступил раствор, содержащий одну из возможных политионовых кислот. Раствор аккуратно перенесли в химический стакан и нагревали при $20^\circ C$ до постоянной массы. При этом наблюдали выделение газа с резким запахом и образование желтого осадка, а масса раствора уменьшилась на 9,6 г. Осадок аккуратно отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 6,4 г. К фильтрату добавили избыток раствора хлорида бария, при этом выпал белый осадок массой 11,65 г.

Определите значение n в формуле соответствующей политионовой кислоты $H_2S_nO_6$. В ответ запишите целое число.

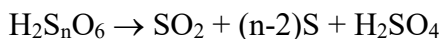
Решение

По представленным описаниям образующихся веществ, можно сделать вывод, что

газ с резким запахом – SO_2

простое вещество желтого цвета – S

белый осадок – $BaSO_4$, тогда уравнение реакции разложения $H_2S_nO_6$ можно представить следующим образом:

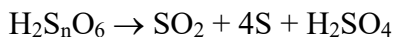


$$\nu(S) = 6,4/32 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) = (9,6 - 6,4)/64 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \nu(BaSO_4) = 11,65/233 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(S) : \nu(H_2SO_4) = 1 : 4 : 1$$



Следовательно, $n = 6$.

Ответ: 6

9-10-4

Жидкость Вакенродера – это сложная смесь различных кислородсодержащих кислот серы самого разного строения, которая обязательно включает в себя политионовые кислоты состава $H_2S_nO_6$ ($n = 3-20$).

В лабораторию для анализа поступил раствор, содержащий одну из возможных политионовых кислот. Раствор аккуратно перенесли в химический стакан и нагревали при $20^\circ C$ до постоянной массы. При этом наблюдали выделение газа с резким запахом и образование желтого осадка, а масса раствора уменьшилась на 12,48 г. Осадок аккуратно отфильтровали и взвесили. Масса осадка составила 10,56 г. К фильтрату добавили избыток раствора хлорида бария, при этом выпал белый осадок массой 6,99 г.

Определите значение n в формуле соответствующей политионовой кислоты $H_2S_nO_6$. В ответ запишите целое число.

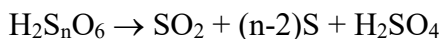
Решение

По представленным описаниям образующихся веществ, можно сделать вывод, что

газ с резким запахом – SO_2

простое вещество желтого цвета – S

белый осадок – $BaSO_4$, тогда уравнение реакции разложения $H_2S_nO_6$ можно представить следующим образом:

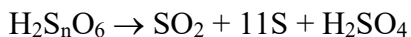


$$\nu(S) = 10,56/32 = 0,33 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) = (12,48 - 10,56)/64 = 0,03 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2SO_4) = \nu(BaSO_4) = 6,99/233 = 0,03 \text{ моль}$$

$$\nu(SO_2) : \nu(S) : \nu(H_2SO_4) = 1 : 11 : 1$$



Следовательно, $n = 13$.

Ответ: 13