

LXXVIII Московская олимпиада школьников по химии
Отборочный этап
2021-2022 уч.год
9 класс

Каждое задание – 10 баллов
Всего за 10 заданий – 100 баллов

9-1-1

Имеется смесь сернистого газа и кислорода, в которой соотношение атомов серы и кислорода равняется 1:4. Определите объёмную долю сернистого газа (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

1) Пусть количество вещества атомов серы $n(\text{S}) = 1$ моль, тогда:

а) Количество вещества сернистого газа:

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{S}) = 1 \text{ моль}$$

б) Общее количество вещества атомов кислорода:

$$n^{\text{общ}}(\text{O}) = 4 \cdot n(\text{S}) = 4 \text{ моль}$$

в) Количество вещества атомов кислорода в сернистом газе:

$$n_1(\text{O}) = 2 \cdot n(\text{S}) = 2 \text{ моль}$$

г) Количество вещества атомов кислорода в молекулярном кислороде:

$$n_2(\text{O}) = n^{\text{общ}}(\text{O}) - n_1(\text{O}) = 2 \text{ моль}$$

д) Количество вещества молекул кислорода:

$$n(\text{O}_2) = n_2(\text{O}) : 2 = 1 \text{ моль}$$

е) Общее количество вещества газов в смеси:

$$n(\text{O}_2) + n(\text{SO}_2) = 1 \text{ моль} + 1 \text{ моль} = 2 \text{ моль}$$

2) Можно найти объёмную долю сернистого газа, зная количество вещества всей смеси газов:

$$\varphi(\text{SO}_2) = (1 \text{ моль} : 2 \text{ моль}) \cdot 100\% = 50\%$$

Ответ: 50

9-1-2

Имеется смесь аммиака и водорода, в которой соотношение атомов азота и водорода равняется 1:6. Определите объёмную долю аммиака (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

1) Пусть количество вещества атомов азота $n(\text{N}) = 1$ моль, тогда:

а) Количество вещества аммиака:

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{N}) = 1 \text{ моль}$$

б) Общее количество вещества атомов водорода:

$$n^{\text{общ}}(\text{H}) = 6 \cdot n(\text{N}) = 6 \text{ моль}$$

в) Количество вещества атомов водорода в аммиаке:

$$n_1(\text{H}) = 3 \cdot n(\text{N}) = 3 \text{ моль}$$

г) Количество вещества атомов водорода в молекулярном водороде:

$$n_2(\text{H}) = n^{\text{общ}}(\text{H}) - n_1(\text{H}) = 3 \text{ моль}$$

д) Количество вещества молекул водорода:

$$n(\text{H}_2) = n_2(\text{H}) : 2 = 1,5 \text{ моль}$$

е) Общее количество вещества газов в смеси:

$$n(\text{H}_2) + n(\text{NH}_3) = 1,5 \text{ моль} + 1 \text{ моль} = 2,5 \text{ моль}$$

2) Можно найти объёмную долю аммиака, зная количество вещества всей смеси газов:

$$\varphi(\text{NH}_3) = (1 \text{ моль} : 2,5 \text{ моль}) \cdot 100\% = 40\%$$

Ответ: 40

9-1-3

Имеется смесь углекислого газа и кислорода, в которой соотношение атомов углерода и кислорода равняется 2:5. Определите объёмную долю углекислого газа (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

1) Пусть количество вещества атомов углерода $n(\text{C}) = 2$ моль, тогда:

а) Количество вещества углекислого газа:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = 2 \text{ моль}$$

б) Общее количество вещества атомов кислорода:

$$n^{\text{общ}}(\text{O}) = 2,5 \cdot n(\text{C}) = 5 \text{ моль}$$

в) Количество вещества атомов кислорода в углекислом газе:

$$n_1(\text{O}) = 2 \cdot n(\text{C}) = 4 \text{ моль}$$

г) Количество вещества атомов кислорода в молекулярном кислороде:

$$n_2(\text{O}) = n^{\text{общ}}(\text{O}) - n_1(\text{O}) = 1 \text{ моль}$$

д) Количество вещества молекул кислорода:

$$n(\text{O}_2) = n_2(\text{O}) : 2 = 0,5 \text{ моль}$$

е) Общее количество вещества газов в смеси:

$$n(\text{O}_2) + n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль} + 2 \text{ моль} = 2,5 \text{ моль}$$

2) Можно найти объёмную долю углекислого газа, зная количество вещества всей смеси газов:

$$\varphi(\text{CO}_2) = (2 \text{ моль} : 2,5 \text{ моль}) \cdot 100\% = 80\%$$

Ответ: 80

9-1-4

Имеется смесь метана и водорода, в которой соотношение атомов углерода и водорода равняется 1:10. Определите объёмную долю метана (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых.

Решение:

1) Пусть количество вещества атомов углерода $n(\text{C}) = 1$ моль, тогда:

а) Количество вещества метана:

$$n(\text{CH}_4) = n(\text{C}) = 1 \text{ моль}$$

б) Общее количество вещества атомов водорода:

$$n^{\text{общ}}(\text{H}) = 10 \cdot n(\text{C}) = 10 \text{ моль}$$

в) Количество вещества атомов водорода в метане:

$$n_1(\text{H}) = 4 \cdot n(\text{C}) = 4 \text{ моль}$$

г) Количество вещества атомов водорода в молекулярном водороде:

$$n_2(\text{H}) = n^{\text{общ}}(\text{H}) - n_1(\text{H}) = 6 \text{ моль}$$

д) Количество вещества молекул водорода:

$$n(\text{H}_2) = n_2(\text{H}) : 2 = 3 \text{ моль}$$

е) Общее количество вещества газов в смеси:

$$n(\text{H}_2) + n(\text{CH}_4) = 3 \text{ моль} + 1 \text{ моль} = 4 \text{ моль}$$

2) Можно найти объёмную долю метана, зная количество вещества всей смеси газов:

$$\varphi(\text{CH}_4) = (1 \text{ моль} : 4 \text{ моль}) \cdot 100\% = 25\%$$

Ответ: 25

9-2-1

К 500 г 3,92%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 400 г 4,2%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовую долю (%) соли с большей молярной массой в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{500 \times 0,0392}{98} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{400 \times 0,042}{56} = 0,3 \text{ моль}$$



$$\omega(\text{K}_2\text{HPO}_4) = \frac{174 \times 0,1}{900} \times 100\% = 1,9\%$$

Ответ: 1,9

9-2-2

К 40 г 4,9%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 60 г 2%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю (%) соли с большей молярной массой в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение:

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{40 \times 0,049}{98} = 0,02 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{60 \times 0,02}{40} = 0,03 \text{ моль}$$



$$\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{142 \times 0,01}{100} \times 100\% = 1,42\%$$

Ответ: 1,42

9-2-3

К 80 г 4,9%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 40 г 14%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовую долю (%) соли с большей молярной массой в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{80 \times 0,049}{98} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{40 \times 0,14}{56} = 0,1 \text{ моль}$$



$$\omega(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{212 \times 0,02}{120} \times 100\% = 3,5\%$$

Ответ: 3,5

9-2-4

К 250 г 15,68%-ного раствора ортофосфорной кислоты добавили 250 г 16%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю (%) соли с большей молярной массой в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до сотых.

Решение:

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{250 \times 0,1568}{98} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{250 \times 0,16}{40} = 1 \text{ моль}$$



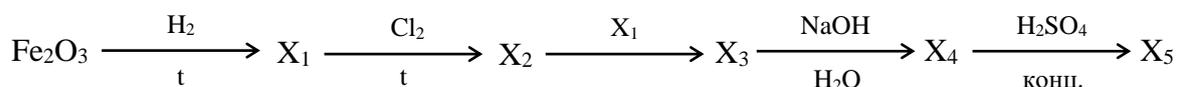
$$\omega(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{164 \times 0,2}{500} \times 100\% = 6,56\%$$

Ответ: 6,56

9-3-1

Ниже приведены цепочка превращений (вещества $X_1 - X_5$ содержат железо). В ответе укажите сумму коэффициентов в последней реакции. Коэффициенты в реакции должны быть минимальными и целочисленными.

Цепочка превращений:



Решение:

Протекающие реакции:

- 1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$
- 3) $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeCl}_2$
- 4) $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$
- 5) $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

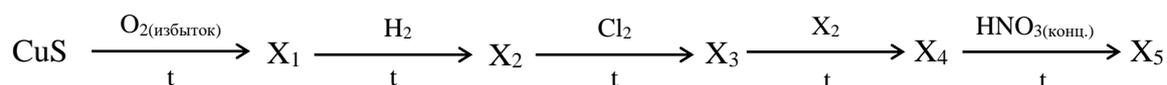
Сумма коэффициентов в 5ой реакции равна 14.

Ответ: 14

9-3-2

Ниже приведены цепочка превращений (вещества $X_1 - X_5$ содержат медь). В ответе укажите сумму коэффициентов в последней реакции. Коэффициенты в реакции должны быть минимальными и целочисленными.

Цепочка превращений:



Решение:

Протекающие реакции:

- 1) $2\text{CuS} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 2\text{SO}_2$
- 2) $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$
- 4) $\text{CuCl}_2 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{CuCl}$
- 5) $\text{CuCl} + 3\text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{HCl} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

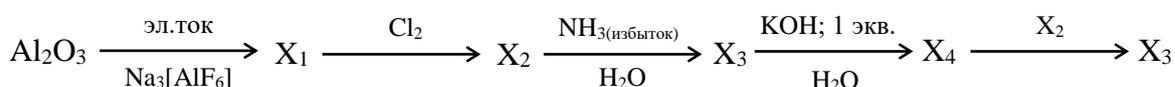
Сумма коэффициентов в 5ой реакции равна 8.

Ответ: 8

9-3-3

Ниже приведены цепочка превращений (вещества $X_1 - X_4$ содержат алюминий). В каждой реакции образуется только одно вещество, содержащее алюминий. В ответе укажите сумму коэффициентов в последней реакции. Коэффициенты в реакции должны быть минимальными и целочисленными.

Цепочка превращений:



Решение:

Протекающие реакции:

- 1) $2\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Al} + 3\text{O}_2$
- 2) $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$
- 3) $\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
- 4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- 5) $3\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{AlCl}_3 \rightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{KCl}$

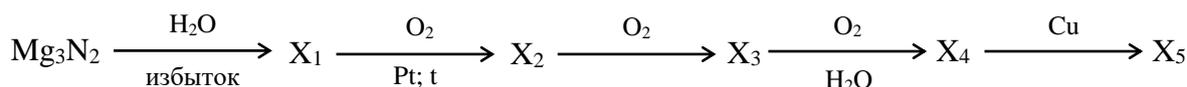
Сумма коэффициентов в 5ой реакции равна 11.

Ответ: 11

9-3-4

Ниже приведены цепочка превращений (вещества $X_1 - X_5$ содержат азот). Последняя реакция сопровождается выделением бесцветного газа, окрашивающегося на воздухе. В ответе укажите сумму коэффициентов в последней реакции. Коэффициенты в реакции должны быть минимальными и целочисленными.

Цепочка превращений:



Решение:

Протекающие реакции:

- 1) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$
- 2) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- 4) $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$
- 5) $8\text{HNO}_3 + 3\text{Cu} \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Сумма коэффициентов в 5ой реакции равна 20.

Ответ: 20

9-4-1

Кристаллогидрат нитрата алюминия прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C , при этом потеря массы составила 86,4%. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите число моль воды, приходящихся на 1 моль нитрата алюминия.

Решение:



Пусть разложилось 4 моль нитрата, тогда можно составить уравнение:

$$0,864 = \frac{12 \cdot 46 + 3 \cdot 32 + 4n \cdot 18}{4 \cdot (213 + 18n)}$$

Откуда получаем, $n = 9$

Ответ: 9

9-4-2

Кристаллогидрат нитрата хрома (III) прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C, при этом потеря массы составила 78,03%. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите число моль воды, приходящихся на 1 моль нитрата хрома (III).

Решение:



Пусть разложилось 4 моль нитрата, тогда можно составить уравнение:

$$0,7803 = \frac{12 \cdot 46 + 3 \cdot 32 + 4n \cdot 18}{4 \cdot (238 + 18n)}$$

Откуда получаем, $n = 6$

Ответ: 6

9-4-3

Кристаллогидрат нитрата цинка прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C, при этом потеря массы составила 68,97%. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите число моль воды, приходящихся на 1 моль нитрата цинка.

Решение:



Пусть разложилось 2 моль нитрата, тогда можно составить уравнение:

$$0,6897 = \frac{4 \cdot 46 + 32 + 2n \cdot 18}{2 \cdot (189 + 18n)}$$

Откуда получаем, $n = 4$

Ответ: 4

9-4-4

Кристаллогидрат нитрата железа (III) прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C, при этом потеря массы составила 80,20%. Определите формулу кристаллогидрата. В ответ запишите число моль воды, приходящихся на 1 моль нитрата железа (III).

Решение:



Пусть разложилось 4 моль нитрата, тогда можно составить уравнение:

$$0,8020 = \frac{12 \cdot 46 + 3 \cdot 32 + 4n \cdot 18}{4 \cdot (242 + 18n)}$$

Откуда получаем, $n = 9$

Ответ: 9

9-5-1

При сгорании смеси угля и серы массой 40 г выделилось 936,5 кДж теплоты. Определите массовую долю угля (в процентах) в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо. Термохимические уравнения реакций сгорания:



Решение:

1) Пусть $n(C) = x$ моль, а $n(S) = y$ моль, тогда можно составить систему уравнений, выразив массу смеси и общее количество выделившейся теплоты:

$$12 \cdot x + 32 \cdot y = 40$$

$$394 \cdot x + 297 \cdot y = 936,5$$

При решении этой системы получаем, что $x = 2$ (моль), $y = 0,5$ (моль).

2) Найдем массу угля:

$$m(C) = n(C) \cdot M(C) = 2 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 24 \text{ г}$$

3) Массовая доля углерода в смеси равна:

$$\omega(C) = m(C) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 24 \text{ г} : 40 \text{ г} \cdot 100\% = 60\%$$

Ответ: 60

9-5-2

При сгорании смеси угля и кремния массой 60 г выделилось 1957,5 кДж теплоты. Определите массовую долю угля (в процентах) в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо. Термохимические уравнения реакций сгорания:



Решение:

1) Пусть $n(C) = x$ моль, а $n(Si) = y$ моль, тогда можно составить систему уравнений, выразив массу смеси и общее количество выделившейся теплоты:

$$12 \cdot x + 28 \cdot y = 60$$

$$394 \cdot x + 911 \cdot y = 1957,5$$

При решении этой системы получаем, что $x = 1,5$ (моль), $y = 1,5$ (моль).

2) Найдем массу угля:

$$m(C) = n(C) \cdot M(C) = 1,5 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 18 \text{ г}$$

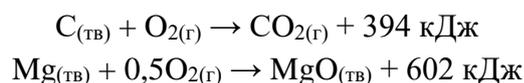
3) Массовая доля углерода в смеси равна:

$$\omega(C) = m(C) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 18 \text{ г} : 60 \text{ г} \cdot 100\% = 30\%$$

Ответ: 30

9-5-3

При сгорании смеси угля и магния массой 48 г выделилось 1390 кДж теплоты. Определите массовую долю угля (в процентах) в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо. Термохимические уравнения реакций сгорания:



Решение:

1) Пусть $n(\text{C}) = x$ моль, а $n(\text{Mg}) = y$ моль, тогда можно составить систему уравнений, выразив массу смеси и общее количество выделившейся теплоты:

$$12 \cdot x + 24 \cdot y = 48$$

$$394 \cdot x + 602 \cdot y = 1390$$

При решении этой системы получаем, что $x = 2$ (моль), $y = 1$ (моль).

2) Найдем массу угля:

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 2 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 24 \text{ г}$$

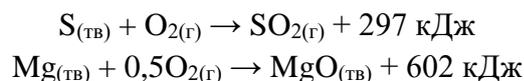
3) Массовая доля углерода в смеси равна:

$$\omega(\text{C}) = m(\text{C}) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 24 \text{ г} : 48 \text{ г} \cdot 100\% = 50\%$$

Ответ: 50

9-5-4

При сгорании смеси серы и магния массой 80 г выделилось 1501 кДж теплоты. Определите массовую долю магния (в процентах) в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо. Термохимические уравнения реакций сгорания:



Решение:

1) Пусть $n(\text{S}) = x$ моль, а $n(\text{Mg}) = y$ моль, тогда можно составить систему уравнений, выразив массу смеси и общее количество выделившейся теплоты:

$$32 \cdot x + 24 \cdot y = 80$$

$$297 \cdot x + 602 \cdot y = 1501$$

При решении этой системы получаем, что $x = 1$ (моль), $y = 2$ (моль).

2) Найдем массу магния:

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 2 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 48 \text{ г}$$

3) Массовая доля магния в смеси равна:

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 48 \text{ г} : 80 \text{ г} \cdot 100\% = 60\%$$

Ответ: 60

9-6-1

Согласно данным элементного анализа кислородосодержащая соль **X** содержит 49,37% калия и 0,63% водорода по массе. Определите соль **X**, в ответ запишите формулу **X** используя латинские буквы (например, KNO_3).

Решение:

Определим соотношение калия и водорода:

$$\text{K} : \text{H} = \frac{49,37}{39} : \frac{0,63}{1} = 2 : 1$$

Допустим, что формула соли **X** – $K_2H_2EO_n$, тогда

$$M(\text{Э}) = \frac{78}{0,4937} - 78 - 1 - 16n = 79 - 16n$$

При $n = 3$, $M(\text{Э}) = 31$ г/моль, что соответствует фосфору, сл-но **X** – K_2HPO_3

Ответ: K_2HPO_3

9-6-2

Согласно данным элементного анализа кислородосодержащая соль **X** содержит 26,14% натрия и 2,27% водорода по массе. Определите соль **X**, в ответ запишите формулу **X** используя латинские буквы (например, KNO_3).

Решение:

Определим соотношение натрия и водорода:

$$Na : H = \frac{26,14}{23} : \frac{2,27}{1} = 1 : 2$$

Допустим, что формула соли **X** – NaH_2EO_n , тогда

$$M(\text{Э}) = \frac{23}{0,2614} - 23 - 2 - 16n = 63 - 16n$$

При $n = 2$, $M(\text{Э}) = 31$ г/моль, что соответствует фосфору, сл-но **X** – NaH_2PO_2

Ответ: NaH_2PO_2

9-6-3

Согласно данным элементного анализа кислородосодержащая соль **X** содержит 34,210% калия и 0,585% водорода по массе. Определите соль **X**, в ответ запишите формулу **X** используя латинские буквы (например, KNO_3).

Решение:

Определим соотношение калия и водорода:

$$K : H = \frac{34,21}{39} : \frac{0,585}{1} = 3 : 2$$

Допустим, что формула соли **X** – $K_3H_2EO_n$, тогда

$$M(\text{Э}) = \frac{117}{0,3421} - 117 - 2 - 16n = 223 - 16n$$

При $n = 6$, $M(\text{Э}) = 127$ г/моль, что соответствует йоду, сл-но **X** – $K_3H_2IO_6$

Ответ: $K_3H_2IO_6$

9-6-4

Согласно данным элементного анализа кислородосодержащая соль **X** содержит 13,77% натрия и 0,60% водорода по массе. Определите соль **X**, в ответ запишите формулу **X** используя латинские буквы (например, KNO_3).

Решение:

Определим соотношение натрия и водорода:

$$\text{Na} : \text{H} = \frac{13,77}{23} : \frac{0,60}{1} = 1 : 1$$

Допустим, что формула соли X – NaHЭO_n, тогда

$$M(\text{Э}) = \frac{23}{0,1377} - 23 - 1 - 16n = 165 - 16n$$

При n = 4, M(Э) = 79 г/моль, что соответствует селену, сл-но X – NaHSeO₄

Ответ: NaHSeO₄

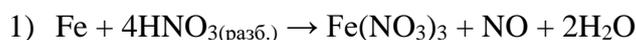
9-7-1

Из приведенного списка выберите вещества, способные вступать в реакцию с разбавленной азотной кислотой при комнатной температуре:

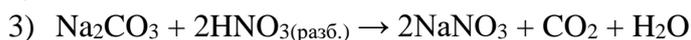
1) Fe; 2) H₂; 3) Na₂CO₃; 4) NH₃; 5) Pt; 6) KMnO₄;

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 1234.

Решение:



2) Реакция не идёт



5) Реакция не идёт

6) Реакция не идёт

Ответ: 134

9-7-2

Из приведенного списка выберите вещества, способные вступать в реакцию с концентрированной серной кислотой при комнатной температуре:

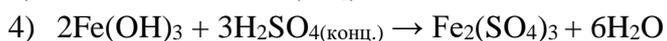
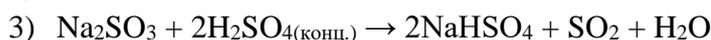
1) Fe; 2) He; 3) Na₂SO₃; 4) Fe(OH)₃; 5) H₂; 6) SO₃;

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 1234.

Решение:

1) Реакция не идёт

2) Реакция не идёт



5) Реакция не идёт



Ответ: 346

9-7-3

Из приведенного списка выберите вещества, способные вступать в реакцию с концентрированной соляной кислотой при комнатной температуре:

1) Au; 2) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$; 3) BaCl_2 ; 4) KClO_3 ; 5) NaBr ; 6) AgNO_3 ;

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 1234.

Решение:

- 1) Реакция не идёт
- 2) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- 3) Реакция не идёт
- 4) $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 5) Реакция не идёт
- 6) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$

Ответ: 246

9-7-4

Из приведенного списка выберите вещества, способные вступать в реакцию с разбавленным раствором гидроксида натрия при комнатной температуре:

1) Cl_2 ; 2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$; 3) Al ; 4) K_2SO_3 ; 5) H_2 ; 6) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$;

В ответе укажите номера без пробелов в порядке возрастания, например, 1234.

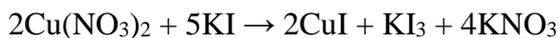
Решение:

- 1) $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) Реакция не идёт
- 3) $2\text{NaOH} + 2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$
- 4) Реакция не идёт
- 5) Реакция не идёт
- 6) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Ответ: 136

9-8-1

В лабораторию для анализа поступил образец технического нитрата меди (II). Образец массой 9,4 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл, добавили избыток раствора йодида калия, 10 мл соляной кислоты и оставили в тёмном месте на 10 минут. После этого оттитровали свежеприготовленным раствором тиосульфата натрия с использованием крахмала. На титрование потребовалось 8 мл 0,5 М раствора тиосульфата. Рассчитайте содержание (в %) нитрата меди (II). В ответ запишите число, округлив его до целого значения. При расчётах примите молярную массу меди равной 64 г/моль.

Решение:

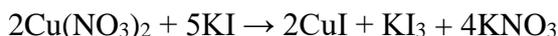
$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ в } 100 \text{ мл}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{колбы})}{V(\text{аликвоты})} * M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

Подставляя необходимые значения, получаем что $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 7,52$ г, следовательно, содержание нитрата меди (II) в образце = $7,52/9,4 = 0,8 = 80\%$

Ответ: 80

9-8-2

В лабораторию для анализа поступил образец технического нитрата меди (II). Образец массой 7,52 г поместили в мерную колбу на 100 мл, и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл, добавили избыток раствора йодида калия, 10 мл соляной кислоты и оставили в тёмном месте на 10 минут. После этого оттитровали свежеприготовленным раствором тиосульфата натрия с использованием крахмала. На титрование потребовалось 6 мл 0,5 М раствора тиосульфата. Рассчитайте содержание (в %) нитрата меди (II). В ответ запишите число, округлив его до целого значения. При расчётах примите молярную массу меди равной 64 г/моль.

Решение:

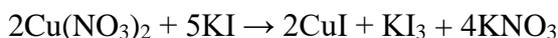
$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ в } 100 \text{ мл}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{колбы})}{V(\text{аликвоты})} * M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

Подставляя необходимые значения, получаем что $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 5,64$ г, следовательно, содержание нитрата меди (II) в образце = $5,64/7,52 = 0,75 = 75\%$

Ответ: 75

9-8-3

В лабораторию для анализа поступил образец технического нитрата меди (II). Образец массой 15,04 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл, добавили избыток раствора йодида калия, 10 мл соляной кислоты и оставили в тёмном месте на 10 минут. После этого оттитровали свежеприготовленным раствором тиосульфата натрия с использованием крахмала. На титрование потребовалось 10 мл 0,5 М раствора тиосульфата. Рассчитайте содержание (в %) нитрата меди (II). В ответ запишите число, округлив его до десятых. При расчётах примите молярную массу меди равной 64 г/моль.

Решение:

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ в } 100 \text{ мл}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) * V(\text{колбы})}{V(\text{аликвоты})} * M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

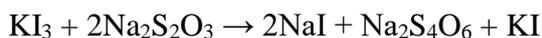
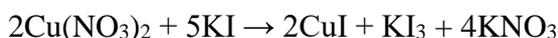
Подставляя необходимые значения, получаем что $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 9,4$ г, следовательно, содержание нитрата меди (II) в образце = $9,4/15,04 = 0,625 = 62,5\%$

Ответ: 62,5

9-8-4

В лабораторию для анализа поступил образец технического нитрата меди (II). Образец массой 14,1 г поместили в мерную колбу на 100 мл, и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл, добавили избыток раствора йодида калия, 10 мл соляной кислоты и оставили в тёмном месте на 10 минут. После этого оттитровали свежеприготовленным раствором тиосульфата натрия с использованием крахмала. На титрование потребовалось 9 мл 0,5 М раствора тиосульфата. Рассчитайте содержание (в %) нитрата меди (II). В ответ запишите число, округлив его до целого значения. При расчётах примите молярную массу меди равной 64 г/моль.

Решение:



$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ в } 100 \text{ мл}) = \frac{C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{колбы})}{V(\text{аликвоты})} \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$$

Подставляя необходимые значения, получаем что $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 8,46$ г, следовательно, содержание нитрата меди (II) в образце = $8,46/14,1 = 0,6 = 60\%$

Ответ: 60

9-9-1

Масса твердого остатка, оставшегося после непродолжительного, но сильного нагревания образца малахита, составляет 43,1 г. Масса исходного образца малахита равна 55,5 г. Определите степень разложения малахита (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо. Атомную массу меди следует принять равной 64.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции разложения малахита:



2) Если обозначить количество вещества разложившегося малахита за «x», то:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = x \text{ (моль)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18x \text{ (г)}$$

$$m(\text{CO}_2) = 44x \text{ (г)}$$

3) Изменение массы в ходе реакции происходит за счет того, что образуются газообразные при этих условиях углекислый газ и вода. Получается, что:

$$\Delta m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)$$

$$55,5 - 43,1 = 18x + 44x$$

$$12,4 = 62x$$

$$\text{Отсюда } x = 0,20 \text{ (моль)} = n^{\text{разл}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3)$$

4) Исходное количество вещества малахита равно:

$$n^{\text{исх}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) : M((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 55,5 \text{ г} : 222 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$$

5) Тогда степень разложения малахита будет равна:

$$\eta = n^{\text{разл}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) : n^{\text{исх}}((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) \cdot 100\% = 0,20 \text{ моль} : 0,25 \text{ моль} \cdot 100\% = 80\%$$

Ответ: 80

9-9-2

Масса твердого остатка, оставшегося после непродолжительного, но сильного нагревания образца безводного гидрокарбоната натрия, составляет 43,61 г. Масса исходного образца гидрокарбоната натрия равна 58,80 г. Определите степень разложения гидрокарбоната натрия (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции разложения гидрокарбоната натрия:



2) Если обозначить количество вещества разложившегося гидрокарбоната натрия за «х», то:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = 0,5x \text{ (моль)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 9x \text{ (г)}$$

$$m(\text{CO}_2) = 22x \text{ (г)}$$

3) Изменение массы в ходе реакции происходит за счет того, что образуются газообразные при этих условиях углекислый газ и вода. Получается, что:

$$\Delta m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)$$

$$58,80 - 43,61 = 9x + 22x$$

$$15,19 = 31x$$

$$\text{Отсюда } x = 0,49 \text{ (моль)} = n^{\text{разл}}(\text{NaHCO}_3)$$

4) Исходное количество вещества гидрокарбоната натрия равно:

$$n^{\text{исх}}(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) : M(\text{NaHCO}_3) = 58,80 \text{ г} : 84 \text{ г/моль} = 0,70 \text{ моль}$$

5) Тогда степень разложения гидрокарбоната натрия будет равна:

$$\eta = n^{\text{разл}}(\text{NaHCO}_3) : n^{\text{исх}}(\text{NaHCO}_3) \cdot 100\% = 0,49 \text{ моль} : 0,70 \text{ моль} \cdot 100\% = 70\%$$

Ответ: 70

9-9-3

Масса твердого остатка, оставшегося после непродолжительного, но сильного нагревания образца безводного гидрокарбоната кальция, составляет 30,88 г. Масса исходного образца гидрокарбоната кальция равна 64,80 г. Определите степень разложения гидрокарбоната кальция (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции разложения гидрокарбоната натрия:



2) Если обозначить количество вещества разложившегося гидрокарбоната кальция за «х», то:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = x \text{ (моль)}$$

$$n(\text{CO}_2) = 2x \text{ (моль)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18x \text{ (г)}$$

$$m(\text{CO}_2) = 88x \text{ (г)}$$

3) Изменение массы в ходе реакции происходит за счет того, что образуются газообразные при этих условиях углекислый газ и вода. Получается, что:

$$\Delta m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)$$

$$64,80 - 30,88 = 18x + 88x$$

$$33,92 = 106x$$

$$\text{Отсюда } x = 0,32 \text{ (моль)} = n^{\text{разл}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)$$

4) Исходное количество вещества гидрокарбоната натрия равно:

$$n^{\text{исх}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) : M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 64,80 \text{ г} : 162 \text{ г/моль} = 0,40 \text{ моль}$$

5) Тогда степень разложения гидрокарбоната натрия будет равна:

$$\eta = n^{\text{разл}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) : n^{\text{исх}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) \cdot 100\% = 0,32 \text{ моль} : 0,40 \text{ моль} \cdot 100\% = 80\%$$

Ответ: 80

9-9-4

Масса твердого остатка, оставшегося после непродолжительного, но сильного нагревания образца безводного основного карбоната магния, составляет 51,72 г. Масса исходного образца основного карбоната магния равна 85,20 г. Определите степень разложения основного карбоната магния (в процентах). В ответ запишите число, округлив его до целых. Символ «%» в ответе указывать не надо.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции разложения основного карбоната магния:



2) Если обозначить количество вещества разложившегося малахита за «х», то:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CO}_2) = x \text{ (моль)}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18x \text{ (г)}$$

$$m(\text{CO}_2) = 44x \text{ (г)}$$

3) Изменение массы в ходе реакции происходит за счет того, что образуются газообразные при этих условиях углекислый газ и вода. Получается, что:

$$\Delta m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CO}_2)$$

$$85,2 - 51,72 = 18x + 44x$$

$$33,48 = 62x$$

$$\text{Отсюда } x = 0,54 \text{ (моль)} = n^{\text{разл}}((\text{MgOH})_2\text{CO}_3)$$

4) Исходное количество вещества основного карбоната магния равно:

$$n^{\text{исх}}((\text{MgOH})_2\text{CO}_3) = m((\text{MgOH})_2\text{CO}_3) : M((\text{MgOH})_2\text{CO}_3) = 85,20 \text{ г} : 142 \text{ г/моль} = 0,60 \text{ моль}$$

5) Тогда степень разложения основного карбоната магния будет равна:

$$\eta = n^{\text{разл}}((\text{MgOH})_2\text{CO}_3) : n^{\text{исх}}((\text{MgOH})_2\text{CO}_3) \cdot 100\% = 0,54 \text{ моль} : 0,60 \text{ моль} \cdot 100\% = 90\%$$

Ответ: 90

9-10-1

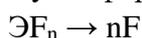
Фторид **A** массой 26,1 г полностью растворили в необходимом количестве раствора гидроксида натрия. В образовавшийся раствор аккуратно добавили небольшой избыток раствора нитрата кальция, при этом выпало 39 г белого осадка, представляющего собой индивидуальное соединение. Определите фторид **A**. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF₂).

Решение:

Так как осадок представляет собой индивидуальное соединение, следовательно, это фторид кальция – CaF₂

$$\nu(\text{CaF}_2) = 0,5 \text{ моль, тогда } \nu(\text{F}) = 1 \text{ моль.}$$

Пусть формула фторида – ЭF_n, тогда



Следовательно, $\nu(\text{ЭF}_n) = 1/n$ моль

$$\text{Тогда } M(\text{ЭF}_n) = 26,1n$$

$$M(\text{Э}) = 7,1n$$

При $n = 5$, $M(\text{Э}) = 35,5$, что соответствует хлору. Формула **A** – ClF₅

Ответ: ClF5

9-10-2

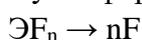
Фторид **A** массой 10,8 г полностью растворили горячей воде. После прекращения выделения газа, в образовавшийся раствор нейтрализовали необходимым количеством щелочи. Затем аккуратно добавили небольшой избыток раствора нитрата кальция, при этом выпало 15,6 г белого осадка, представляющего собой индивидуальное соединение. Определите фторид **A**. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF₂).

Решение:

Так как осадок представляет собой индивидуальное соединение, следовательно, это фторид кальция – CaF₂

$$\nu(\text{CaF}_2) = 0,2 \text{ моль, тогда } \nu(\text{F}) = 0,4 \text{ моль.}$$

Пусть формула фторида – ЭF_n, тогда



Следовательно, $\nu(\text{ЭF}_n) = 0,4/n$ моль

$$\text{Тогда } M(\text{ЭF}_n) = 27n$$

$$M(\text{Э}) = 8n$$

При $n = 2$, $M(\text{Э}) = 16$, что соответствует кислороду. Формула **A** – OF₂

При $n = 4$, $M(\text{Э}) = 32$, что соответствует сере. Формула **A** – SF₄

Ответ: OF₂ или SF₄

9-10-3

Фторид А массой 18,9 г полностью растворили в необходимом количестве раствора гидроксида натрия. В образовавшийся раствор аккуратно добавили небольшой избыток раствора нитрата серебра, выпавший осадок отфильтровали, а к фильтрату добавили небольшой избыток нитрата кальция, при этом выпало 29,25 г белого осадка, представляющего собой индивидуальное соединение. Определите фторид А. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF₂).

Решение:

Так как осадок представляет собой индивидуальное соединение, следовательно, это фторид кальция – CaF₂

$\nu(\text{CaF}_2) = 0,375$ моль, тогда $\nu(\text{F}) = 75$ моль.

Пусть формула фторида – ЭF_n, тогда

$\text{ЭF}_n \rightarrow n\text{F}$

Следовательно, $\nu(\text{ЭF}_n) = 0,75/n$ моль

Тогда $M(\text{ЭF}_n) = 25,2n$

$M(\text{Э}) = 6,2n$

При $n = 5$, $M(\text{Э}) = 31$, что соответствует фосфору. Формула А – PF₅

Ответ: PF₅

9-10-4

Газообразный фторид А массой 6,8 г полностью растворили в необходимом количестве раствора гидроксида натрия. В образовавшийся раствор аккуратно добавили небольшой избыток раствора нитрата серебра, выпавший осадок отфильтровали, а к фильтрату добавили небольшой избыток нитрата кальция, при этом выпало 7,8 г белого осадка, представляющего собой индивидуальное соединение. Определите фторид А. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF₂).

Решение:

Так как осадок представляет собой индивидуальное соединение, следовательно, это фторид кальция – CaF₂

$\nu(\text{CaF}_2) = 0,1$ моль, тогда $\nu(\text{F}) = 0,2$ моль.

Пусть формула фторида – ЭF_n, тогда

$\text{ЭF}_n \rightarrow n\text{F}$

Следовательно, $\nu(\text{ЭF}_n) = 0,2/n$ моль

Тогда $M(\text{ЭF}_n) = 34n$

$M(\text{Э}) = 15n$

При $n = 3$, $M(\text{Э}) = 45$, что соответствует скандию, но ScF₃ твёрдый.

При $n = 5$, $M(\text{Э}) = 75$, что соответствует мышьяку. Формула А – AsF₅

Ответ: AsF₅