

LXXX Московская олимпиада школьников по химии
Отборочный этап **2023-2024 уч.год**
9 класс

Каждое задание – 10 баллов (без промежуточных баллов)

Всего за 10 заданий – 100 баллов

9-1-1

Определите массовую долю азота в смеси с кислородом, если известно, плотность смеси по метану равна 1,925. Ответ дайте в процентах (символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**) с точностью до целых.

Решение:

- 1) Найдем среднюю молярную массу смеси:

$$M(\text{смесь}) = M(\text{CH}_4) \cdot d(\text{смеси}) = 16 \text{ г/моль} \cdot 1,925 = 30,8 \text{ г/моль}$$

- 2) Выразим среднюю молярную массу смеси кислорода и азота через объёмные доли и запишем выражение для связи объёмных долей двух газов:

$$\begin{cases} \varphi(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) + \varphi(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 30,8 \\ \varphi(\text{N}_2) + \varphi(\text{O}_2) = 1 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $\varphi(\text{N}_2) = 0,3$, $\varphi(\text{O}_2) = 0,7$.

- 3) Массовая доля азота не зависит от того, какое количество смеси взято. Возьмем 1 моль смеси, тогда она будет содержать 0,3 моль азота и 0,7 моль кислорода. Найдем массы каждого из газов:

$$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 0,3 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 8,4 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,7 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{N}_2) + m(\text{O}_2) = 8,4 \text{ г} + 22,4 \text{ г} = 30,8 \text{ г}$$

Массу смеси можно было найти иначе, умножив количество вещества смеси на среднюю молярную массу.

- 4) Найдем массовую долю азота в смеси:

$$\omega(\text{N}_2) = m(\text{N}_2) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 8,4 \text{ г} : 30,8 \text{ г} \cdot 100\% \approx 27,3\% \approx 27\%$$

Ответ: 27

9-1-2

Определите массовую долю метана в смеси с азотом, если известно, плотность смеси по гелию равна 5,2. Ответ дайте в процентах (символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**) с точностью до целых.

Решение:

- 1) Найдем среднюю молярную массу смеси:

$$M(\text{смесь}) = M(\text{He}) \cdot d(\text{смеси}) = 4 \text{ г/моль} \cdot 5,2 = 20,8 \text{ г/моль}$$

- 2) Выразим среднюю молярную массу смеси метана и азота через объёмные доли и запишем выражение для связи объёмных долей двух газов:

$$\begin{cases} \varphi(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) + \varphi(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 20,8 \\ \varphi(\text{N}_2) + \varphi(\text{CH}_4) = 1 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $\varphi(\text{N}_2) = 0,4$, $\varphi(\text{CH}_4) = 0,6$.

- 3) Массовая доля метана не зависит от того, какое количество смеси взято. Возьмем 1 моль смеси, тогда она будет содержать 0,4 моль азота и 0,6 моль метана. Найдем массы каждого из газов:

$$m(\text{N}_2) = n(\text{N}_2) \cdot M(\text{N}_2) = 0,4 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 0,6 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 9,6 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{N}_2) + m(\text{CH}_4) = 11,2 \text{ г} + 9,6 \text{ г} = 20,8 \text{ г}$$

Массу смеси можно было найти иначе, умножив количество вещества смеси на среднюю молярную массу.

- 4) Найдем массовую долю метана в смеси:

$$\omega(\text{CH}_4) = m(\text{CH}_4) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 9,6 \text{ г} : 20,8 \text{ г} \cdot 100\% \approx 46,2\% \approx 46\%$$

Ответ: 46

9-1-3

Определите массовую долю аммиака в смеси с кислородом, если известно, плотность смеси по неону равна 1,3. Ответ дайте в процентах (символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**) с точностью до целых.

Решение:

- 1) Найдем среднюю молярную массу смеси:

$$M(\text{смесь}) = M(\text{Ne}) \cdot d(\text{смеси}) = 20 \text{ г/моль} \cdot 1,3 = 26 \text{ г/моль}$$

- 2) Выразим среднюю молярную массу смеси аммиака и кислорода через объёмные доли и запишем выражение для связи объёмных долей двух газов:

$$\begin{cases} \varphi(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) + \varphi(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 26 \\ \varphi(\text{NH}_3) + \varphi(\text{O}_2) = 1 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $\varphi(\text{NH}_3) = 0,4$, $\varphi(\text{O}_2) = 0,6$.

- 3) Массовая доля аммиака не зависит от того, какое количество смеси взято. Возьмем 1 моль смеси, тогда она будет содержать 0,4 моль аммиака и 0,6 моль кислорода. Найдем массы каждого из газов:

$$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 6,8 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,6 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 19,2 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{NH}_3) + m(\text{O}_2) = 6,8 \text{ г} + 19,2 \text{ г} = 26 \text{ г}$$

Массу смеси можно было найти иначе, умножив количество вещества смеси на среднюю молярную массу.

- 4) Найдем массовую долю аммиака в смеси:

$$\omega(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 6,8 \text{ г} : 26 \text{ г} \cdot 100\% \approx 26,2\% \approx 26\%$$

Ответ: 26

9-1-4

Определите массовую долю метана в смеси с сероводородом, если известно, плотность смеси по водороду равна 9,8. Ответ дайте в процентах (символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**) с точностью до целых.

Решение:

- 1) Найдем среднюю молярную массу смеси:

$$M(\text{смесь}) = M(\text{H}_2) \cdot d(\text{смеси}) = 2 \text{ г/моль} \cdot 9,8 = 19,6 \text{ г/моль}$$

- 2) Выразим среднюю молярную массу смеси метана и сероводорода через объёмные доли и запишем выражение для связи объёмных долей двух газов:

$$\begin{cases} \varphi(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) + \varphi(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 19,6 \\ \varphi(\text{H}_2\text{S}) + \varphi(\text{CH}_4) = 1 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $\varphi(\text{H}_2\text{S}) = 0,2$, $\varphi(\text{CH}_4) = 0,8$.

- 3) Массовая доля метана не зависит от того, какое количество смеси взято. Возьмем 1 моль смеси, тогда она будет содержать 0,2 моль сероводорода и 0,8 моль метана. Найдем массы каждого из газов:

$$m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 6,8 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) \cdot M(\text{CH}_4) = 0,8 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = m(\text{H}_2\text{S}) + m(\text{CH}_4) = 6,8 \text{ г} + 12,8 \text{ г} = 19,6 \text{ г}$$

Массу смеси можно было найти иначе, умножив количество вещества смеси на среднюю молярную массу.

4) Найдем массовую долю метана в смеси:

$$\omega(\text{CH}_4) = m(\text{CH}_4) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 12,8 \text{ г} : 19,6 \text{ г} \cdot 100\% \approx 65,3\% \approx 65\%$$

Ответ: 65

9-2-1

К 400 г 8,2%-ного раствора фосфата натрия добавили 400 г 2,45%-ного раствора фосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли (%) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 400 \cdot 0,082 / 164 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 400 \cdot 0,0245 / 98 = 0,1 \text{ моль}$$

$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 : 0,1 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 3\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,3 \cdot 142 / 800 = 0,053 \text{ (5,3\%)}$$

Ответ: 5,3

9-2-2

К 500 г 3,28%-ного раствора фосфата натрия добавили 500 г 3,92%-ного раствора фосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли (%) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 500 \cdot 0,0328 / 164 = 0,1 \text{ моль}$$

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

$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 : 0,2 = 1 : 2$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$\nu(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 3\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,3 \cdot 120 / 1000 = 0,036 \text{ (3,6\%)}$$

Ответ: 3,6

9-2-3

К 200 г 10,6%-ного раствора фосфата калия добавили 100 г 4,9%-ного раствора фосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли (%) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) = 200 \cdot 0,106 / 212 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 100 \cdot 0,049 / 98 = 0,05 \text{ моль}$$

$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,1 : 0,05 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$\nu(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 3\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{K}_2\text{HPO}_4) = 0,15 \cdot 174 / 300 = 0,087 \text{ (8,7\%)}$$

Ответ: 8,7

9-2-4

К 50 г 10,6%-ного раствора фосфата калия добавили 50 г 9,8%-ного раствора фосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю соли (%) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:

$$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) = 50 \cdot 0,106 / 212 = 0,025 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 50 \cdot 0,098 / 98 = 0,05 \text{ моль}$$

$\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,025 : 0,05 = 1 : 2$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$\nu(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 3\nu(\text{K}_3\text{PO}_4) = 0,075 \text{ моль}$$

$$\omega(\text{KH}_2\text{PO}_4) = 0,075 \cdot 136 / 100 = 0,102 \text{ (10,2\%)}$$

Ответ: 10,2

9-3-1

Выберите вещества, при взаимодействии которых с водой образуется хотя бы одна сильная кислота или сильное основание. Список веществ:

- 1) Сульфид алюминия
- 2) Карбонат натрия
- 3) Натрий
- 4) Оксохлорид серы(VI)
- 5) Карбид бериллия
- 6) Диоксид азота

Ответ: 2346

9-3-2

Выберите вещества, при взаимодействии которых с водой образуется хотя бы одна сильная кислота или сильное основание. Список веществ:

- 1) Карбид алюминия
- 2) Углекислый газ
- 3) Хлорид железа(III)
- 4) Стронций
- 5) Хлористый нитрозил
- 6) Оксид хлора(VII)

Ответ: 3456

9-3-3

Выберите вещества, при взаимодействии которых с водой образуется хотя бы одна сильная кислота или сильное основание. Список веществ:

- 1) Угарный газ
- 2) Амид натрия
- 3) Железо
- 4) Хлорангидрид фосфора(V)
- 5) Оксид рубидия
- 6) Силикат натрия

Ответ: 2456

9-3-4

Выберите вещества, при взаимодействии (если взаимодействие происходит) которых с водой образуется хотя бы одна сильная кислота или сильное основание. Список веществ:

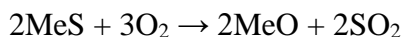
- 1) Ортофосфат калия
- 2) Закись азота
- 3) Фосфид кальция
- 4) Хлорид кальция
- 5) Фосген
- 6) Оксид кальция

Ответ: 1356

9-4-1

Сульфид двухвалентного металла подвергли обжигу в избытке кислорода. По окончании реакции масса твердого остатка была на 16,75% меньше исходной массы сульфида. Определите неизвестный металл, если дополнительно известно, что металл не меняет свою степень окисления в ходе обжига. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный сульфид.

Решение:



Пусть подвергли обжигу 100 г сульфида, тогда можно составить уравнение:

$$\frac{100}{M + 32} = \frac{100 \cdot (1 - 0,1675)}{M + 16}$$

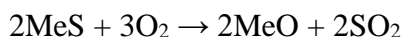
Откуда получаем, $M = 63,5$ г/моль, что соответствует меди (29 номер)

Ответ: 29

9-4-2

Сульфид двухвалентного металла подвергли обжигу в избытке кислорода. По окончании реакции масса твердого остатка была на 16,49% меньше исходной массы сульфида. Определите неизвестный металл, если дополнительно известно, что металл не меняет свою степень окисления в ходе обжига. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный сульфид.

Решение:



Пусть подвергли обжигу 100 г сульфида, тогда можно составить уравнение:

$$\frac{100}{M + 32} = \frac{100 \cdot (1 - 0,1649)}{M + 16}$$

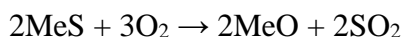
Откуда получаем, $M = 65$ г/моль, что соответствует цинку (30 номер)

Ответ: 30

9-4-3

Сульфид двухвалентного металла подвергли обжигу в избытке кислорода. По окончании реакции масса твердого остатка была на 11,08% меньше исходной массы сульфида. Определите неизвестный металл, если дополнительно известно, что металл не меняет свою степень окисления в ходе обжига. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный сульфид.

Решение:



Пусть подвергли обжигу 100 г сульфида, тогда можно составить уравнение:

$$\frac{100}{M + 32} = \frac{100 \cdot (1 - 0,1108)}{M + 16}$$

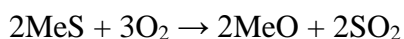
Откуда получаем, $M = 112,4$ г/моль, что соответствует кадмию (48 номер)

Ответ: 48

9-4-4

Сульфид двухвалентного металла подвергли обжигу в избытке кислорода. По окончании реакции масса твердого остатка была на 17,64% меньше исходной массы сульфида. Определите неизвестный металл, если дополнительно известно, что металл не меняет свою степень окисления в ходе обжига. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный сульфид.

Решение:



Пусть подвергли обжигу 100 г сульфида, тогда можно составить уравнение:

$$\frac{100}{M + 32} = \frac{100 \cdot (1 - 0,1764)}{M + 16}$$

Откуда получаем, $M = 58,7^*$ г/моль, что соответствует никелю (28 номер)

*кобальт в ходе обжига образует смешанный оксид состава Co_3O_4 , поэтому не подходит под условие постоянства степени окисления.

Ответ: 28

9-5-1

Выделяющийся в ходе некоторого эксперимента газообразный хлор растворяют в воде. Требуется увеличить массу образующегося в растворе соединения хлора со степенью окисления хлора равной +1 (несколько веществ могут быть целевым продуктом). Выберите воздействия из списка, которые приведут к указанному результату. Список:

- 1) Увеличить давление хлора над раствором
- 2) Уменьшить давление хлора над раствором
- 3) Растворять хлор в растворе холодной щелочи
- 4) Растворять хлор в растворе холодной кислоты
- 5) Нагреть образующийся раствор
- 6) Охладить образующийся раствор

Ответ: 136

9-5-2

Выделяющийся в ходе реакции между хлористым аммонием и твёрдым гидроксидом кальция газообразный аммиак поглощают водой. Как добиться более полного поглощения этого газа? Выберите воздействия из списка, которые приведут к указанному результату. Список:

- 1) Нагреть образующийся раствор
- 2) Охладить образующийся раствор
- 3) Использовать для поглощения раствор щелочи
- 4) Использовать для поглощения раствор кислоты
- 5) Повысить давление аммиака над раствором
- 6) Понизить давление аммиака над раствором

Ответ: 245

9-5-3

Выделяющийся в ходе некоторого эксперимента газообразный сероводород растворяют в воде. Как добиться более полного поглощения этого газа? Выберите воздействия из списка, которые приведут к указанному результату. Список:

- 1) Нагреть образующийся раствор
- 2) Охладить образующийся раствор
- 3) Использовать для поглощения раствор щелочи
- 4) Использовать для поглощения раствор кислоты
- 5) Повысить давление сероводорода над раствором
- 6) Понизить давление сероводорода над раствором

Ответ: 235

9-5-4

Выделяющийся в ходе некоторого эксперимента газообразный диоксид азота(IV) растворяют в воде. Требуется увеличить массу образующегося в растворе соединения азота со степенью окисления азота равной +3 (несколько веществ могут быть целевым продуктом). Выберите воздействия из списка, которые приведут к указанному результату. Список:

- 1) Увеличить давление диоксида азота над раствором
- 2) Уменьшить давление диоксида азота над раствором
- 3) Растворять диоксид азота в растворе холодной щелочи
- 4) Растворять диоксид азота в растворе холодной кислоты
- 5) Охладить образующийся раствор
- 6) Нагреть образующийся раствор

Ответ: 135

9-6-1

Растворимость безводного хлорида двухвалентного металла при 80°C составляет 96,1 г, а при 0°C – 68,6 г на 100 г воды. В 50 мл воды при 80°C растворили необходимое количество хлорида для получения насыщенного раствора. При охлаждении образовавшегося раствора до 0°C в результате перекристаллизации выпало 21,35 г дигидрата хлорида двухвалентного металла. Определите двухвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Mn).

Решение:

Для начала рассчитаем массу необходимого хлорида двухвалентного металла для получения насыщенного раствора при 80°C:

$$100 - 96,1$$

$$50 - x$$

$$\text{Откуда } x = 48,05 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра после охлаждения}) = 50 + 48,05 - 21,35 = 76,7 \text{ г}$$

Определим массу хлорида металла в насыщенном растворе при 0°C после кристаллизации

$$68,6 - 168,6$$

$$y - 76,7$$

$$y = 31,208 \text{ г, тогда}$$

$$m(\text{MeCl}_2 \text{ в кристаллогидрате}) = 48,05 - 31,208 = 16,842 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 21,35 - 16,842 = 4,508 \text{ г}$$

С учетом того, что формула кристаллогидрата $\text{MeCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Me}) = 16,842 \cdot 18 \cdot 2 / 4,508 - 35,5 \cdot 2 = 63,5, \text{ что отвечает меди (Cu)}$$

Ответ: Cu

9-6-2

Растворимость безводного сульфата одновалентного металла при 20°C составляет 19,2 г, а при 100°C – 42,3 г на 100 г воды. В 50 мл воды при 100°C растворили необходимое количество сульфата для получения насыщенного раствора. При охлаждении образовавшегося раствора до 20°C в результате перекристаллизации выпало 34,616 г декагидрата сульфата одновалентного металла. Определите одновалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Mn).

Решение:

Для начала рассчитаем массу необходимого сульфата одновалентного металла для получения насыщенного раствора при 100°C:

$$100 - 42,3$$

$$50 - x$$

Откуда $x = 21,15$ г

$$m(\text{р-ра после охлаждения}) = 50 + 21,15 - 34,616 = 36,534 \text{ г}$$

Определим массу сульфата металла в насыщенном растворе при 20°C после кристаллизации

$$19,2 - 119,2$$

$$y - 36,534$$

$y = 5,885$ г, тогда

$$m(\text{Me}_2\text{SO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 21,15 - 5,885 = 15,265 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 34,616 - 15,265 = 19,35 \text{ г}$$

С учетом того, что формула кристаллогидрата $\text{Me}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Me}) = (15,265 \cdot 18 \cdot 10 / 19,35 - 96) / 2 = 23, \text{ что отвечает } \mathbf{\text{натрию (Na)}}$$

Ответ: Na

9-6-3

Растворимость безводного сульфата двухвалентного металла при 0°C составляет 29,4 г, а при 99°C – 37,7 г на 100 г воды. В 50 мл воды при 99°C растворили необходимое количество сульфата для получения насыщенного раствора. При охлаждении образовавшегося раствора до 0°C в результате перекристаллизации выпало 4,77 г моногидрата сульфата двухвалентного металла. Определите двухвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Mn).

Решение:

Для начала рассчитаем массу необходимого сульфата двухвалентного металла для получения насыщенного раствора при 99°C:

$$100 - 37,7$$

$$50 - x$$

Откуда $x = 18,85$ г

$$m(\text{р-ра после охлаждения}) = 50 + 18,85 - 4,77 = 64,08 \text{ г}$$

Определим массу сульфата металла в насыщенном растворе при 0°C после кристаллизации

$$29,4 - 129,4$$

$$y - 64,08$$

$y = 14,56$ г, тогда

$m(\text{MeSO}_4 \text{ в кристаллогидрате}) = 18,85 - 14,56 = 4,29$ г

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 4,77 - 4,29 = 0,48$ г

С учетом того, что формула кристаллогидрата $\text{MeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$M(\text{Me}) = 4,29 \cdot 18 / 0,48 - 96 = 65$, что отвечает **цинку (Zn)**

Ответ: Zn

9-6-4

Растворимость безводного хлорида двухвалентного металла при 0°C составляет 52,8 г, а при 80°C – 66 г на 100 г воды. В 50 мл воды при 80°C растворили необходимое количество хлорида для получения насыщенного раствора. При охлаждении образовавшегося раствора до 0°C в результате перекристаллизации выпало 35,28 г гексагидрата хлорида двухвалентного металла. Определите двухвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Mn).

Решение:

Для начала рассчитаем массу необходимого хлорида двухвалентного металла для получения насыщенного раствора при 80°C :

$100 - 66$

$50 - x$

Откуда $x = 33$ г

$m(\text{р-ра после охлаждения}) = 50 + 33 - 35,28 = 47,72$ г

Определим массу хлорида металла в насыщенном растворе при 0°C после кристаллизации

$52,8 - 152,8$

$y - 47,72$

$y = 16,49$ г, тогда

$m(\text{MeCl}_2 \text{ в кристаллогидрате}) = 33 - 16,49 = 16,51$ г

$m(\text{H}_2\text{O в кристаллогидрате}) = 35,28 - 16,51 = 18,77$ г

С учетом того, что формула кристаллогидрата $\text{MeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

$M(\text{Me}) = 16,51 \cdot 18 \cdot 6 / 18,77 - 35,5 \cdot 2 = 24$, что отвечает **магнию (Mg)**

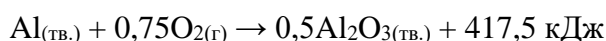
Ответ: Mg

9-7-1

При сжигании в избытке кислорода 1 кг смеси угля и серы выделяется столько же теплоты, как при полном окислении на воздухе 816 г алюминия. Теплоты образования диоксида углерода, диоксида серы, оксида алюминия равны 393 кДж/моль, 297 кДж/моль, 835 кДж/моль соответственно. Определите массовую долю (в процентах) серы в смеси с углем с точностью до целых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых. Символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**.

Решение:

- 1) Термохимические уравнения реакций окисления углерода, серы, алюминия в расчете на 1 моль сгорающего вещества:



- 2) По 3-ему термохимическому уравнению рассчитаем, сколько теплоты выделяется при сжигании указанной массы алюминия:

$$Q = (816 \text{ г} : 27 \text{ г/моль}) \cdot 417,5 \text{ кДж/моль} \approx 12618 \text{ кДж}$$

- 3) Если обозначить количество вещества углерода как «х», а количество вещества серы как «у», то можно составить систему уравнений, которая будет включать уравнения, отображающих связь масс углерода и серы и связь выделяющихся теплот при сгорании смеси угля и серы:

$$\begin{cases} 12x + 32y = 1000 \\ 393x + 297y = 12618 \end{cases}$$

При решении этой системы уравнений получаем, что количество вещества серы (обозначенное как «у») примерно равно 26,8 моль. Тогда масса серы равна:

$$m(S) = n(S) \cdot M(S) = 26,8 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} \approx 857,6 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля серы в смеси угля и серы равна:

$$\omega(S) = m(S) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 857,6 \text{ г} : 1000 \text{ г} \cdot 100\% \approx 86\%$$

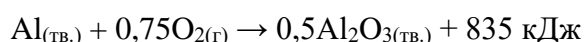
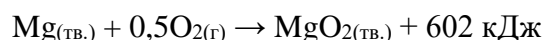
Ответ: 86

9-7-2

При сжигании в избытке кислорода 1 кг смеси магния и алюминия выделяется столько же теплоты, как при полном окислении на воздухе 901,5 г угля. Теплоты образования диоксида углерода, оксида магния, оксида алюминия равны 393 кДж/моль, 602 кДж/моль, 1670 кДж/моль соответственно. Определите массовую долю (в процентах) магния в смеси с алюминием с точностью до целых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых. Символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**.

Решение:

- 1) Термохимические уравнения реакций окисления углерода, магния, алюминия в расчете на 1 моль сгорающего вещества:



- 2) По 1-ему термохимическому уравнению рассчитаем, сколько теплоты выделяется при сжигании указанной массы угля:

$$Q = (901,5 \text{ г} : 12 \text{ г/моль}) \cdot 393 \text{ кДж/моль} \approx 29524 \text{ кДж}$$

- 3) Если обозначить количество вещества магния как «х», а количество вещества алюминия как «у», то можно составить систему уравнений, которая будет включать уравнения, отображающих связь масс магния и алюминия и связь выделяющихся теплот при сгорании смеси магния и алюминия:

$$\begin{cases} 24x + 27y = 1000 \\ 602x + 835y = 29524 \end{cases}$$

При решении этой системы уравнений получаем, что количество вещества магния (обозначенное как «х») примерно равно 10 моль. Тогда масса магния равна:

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 10 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 240 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля магния в смеси магния и алюминия равна:

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 240 \text{ г} : 1000 \text{ г} \cdot 100\% = 24\%$$

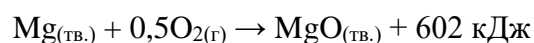
Ответ: 24

9-7-3

При сжигании в избытке кислорода 1 кг смеси угля и серы выделяется столько же теплоты, как при полном окислении на воздухе 856,6 г магния. Теплоты образования диоксида углерода, диоксида серы, оксида магния равны 393 кДж/моль, 297 кДж/моль, 602 кДж/моль соответственно. Определите массовую долю (в процентах) серы в смеси с углем с точностью до целых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых. Символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**.

Решение:

- 1) Термохимические уравнения реакций окисления углерода, серы, магния в расчете на 1 моль сгорающего вещества:



- 2) По 3-ему термохимическому уравнению рассчитаем, сколько теплоты выделяется при сжигании указанной массы магния:

$$Q = (856,6 \text{ г} : 24 \text{ г/моль}) \cdot 602 \text{ кДж/моль} \approx 21486 \text{ кДж}$$

- 3) Если обозначить количество вещества углерода как «х», а количество вещества серы как «у», то можно составить систему уравнений, которая будет включать уравнения, отображающих связь масс углерода и серы и связь выделяющихся теплот при сгорании смеси угля и серы:

$$\begin{cases} 12x + 32y = 1000 \\ 393x + 297y = 21486 \end{cases}$$

При решении этой системы уравнений получаем, что количество вещества серы (обозначенное как «у») примерно равно 15 моль. Тогда масса серы равна:

$$m(S) = n(S) \cdot M(S) = 15 \text{ моль} \cdot 32 \text{ г/моль} = 480 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля серы в смеси угля и серы равна:

$$\omega(S) = m(S) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 480 \text{ г} : 1000 \text{ г} \cdot 100\% = 48\%$$

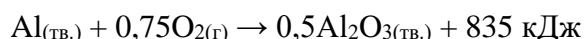
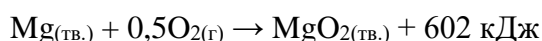
Ответ: 48

9-7-4

При сжигании в избытке кислорода 1 кг смеси магния и алюминия выделяется столько же теплоты, как при полном окислении на воздухе 3104 г серы. Теплоты образования диоксида серы, оксида магния, оксида алюминия равны 297 кДж/моль, 602 кДж/моль, 1670 кДж/моль соответственно. Определите массовую долю (в процентах) магния в смеси с алюминием с точностью до целых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых. Символ «%» вносить в поле ответа **не нужно**.

Решение:

- 1) Термохимические уравнения реакций окисления углерода, магния, алюминия в расчете на 1 моль сгорающего вещества:



- 2) По 1-ему термохимическому уравнению рассчитаем, сколько теплоты выделяется при сжигании указанной массы серы:

$$Q = (3104 \text{ г} : 32 \text{ г/моль}) \cdot 297 \text{ кДж/моль} \approx 28\,809 \text{ кДж}$$

- 3) Если обозначить количество вещества магния как «х», а количество вещества алюминия как «у», то можно составить систему уравнений, которая будет включать уравнения, отображающих связь масс магния и алюминия и связь выделяющихся теплот при сгорании смеси магния и алюминия:

$$\begin{cases} 24x + 27y = 1000 \\ 602x + 835y = 28\,809 \end{cases}$$

При решении этой системы уравнений получаем, что количество вещества магния (обозначенное как «х») примерно равно 15 моль. Тогда масса магния равна:

$$m(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot M(\text{Mg}) = 15 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 360 \text{ г}$$

4) Массовая доля магния в смеси магния и алюминия равна:

$$\omega(\text{Mg}) = m(\text{Mg}) : m(\text{смесь}) \cdot 100\% = 360 \text{ г} : 1000 \text{ г} \cdot 100\% = 36\%$$

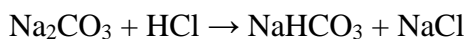
Ответ: 36

9-8-1

В лабораторию для анализа поступила смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Смесь аккуратно перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 30 мл 0.1М раствора кислоты. Другую аликвоту такого же объёма оттитровали раствором соляной кислоты той же концентрации, но в присутствии метилового-оранжевого, при этом было израсходовано 70 мл кислоты. Рассчитайте мольную долю (%) гидрокарбоната натрия в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:

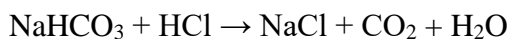
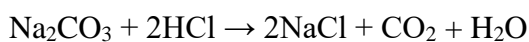
При титровании в присутствии фенолфталеина оттитровывается только карбонат натрия до гидрокарбоната:



Тогда, $v_{10\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{HCl}) = 0,03 \cdot 0,1 = 0,003$ моль

$v_{100\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,03$ моль

В присутствии метилового-оранжевого идёт титрование двух солей до угольной кислоты:



$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 0,07 \cdot 0,1 = 0,007$ моль, тогда

$v_{10\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,007 - 2 \cdot 0,003 = 0,001$ моль

$v_{100\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,001 \cdot 10 = 0,01$ моль

Следовательно, $\chi(\text{NaHCO}_3) = 25\%$

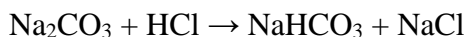
Ответ: 25

9-8-2

В лабораторию для анализа поступила смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Смесь аккуратно перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 12,5 мл 0.4М раствора кислоты. Другую аликвоту такого же объёма оттитровали раствором соляной кислоты той же концентрации, но в присутствии метилового-оранжевого, при этом было израсходовано 37,5 мл кислоты. Рассчитайте мольную долю (%) гидрокарбоната натрия в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:

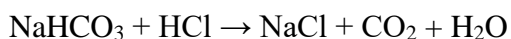
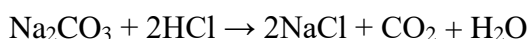
При титровании в присутствии фенолфталеина оттитровывается только карбонат натрия до гидрокарбоната:



Тогда, $v_{10\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{HCl}) = 0,0125 \cdot 0,4 = 0,005$ моль

$v_{100\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05$ моль

В присутствии метилового-оранжевого идёт титрование двух солей до угольной кислоты:



$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 0,0375 \cdot 0,4 = 0,015$ моль, тогда

$v_{10\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,015 - 2 \cdot 0,005 = 0,005$ моль

$v_{100\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,005 \cdot 10 = 0,05$ моль

Следовательно, $\chi(\text{NaHCO}_3) = 50\%$

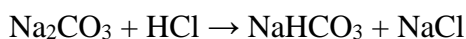
Ответ: 50

9-8-3

В лабораторию для анализа поступила смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Смесь аккуратно перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 6 мл 1М раствора кислоты. Другую аликвоту такого же объёма оттитровали раствором соляной кислоты той же концентрации, но в присутствии метилового-оранжевого, при этом было израсходовано 16 мл кислоты. Рассчитайте содержание мольную долю (%) гидрокарбоната натрия в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:

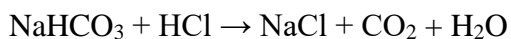
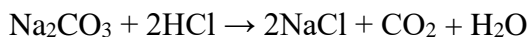
При титровании в присутствии фенолфталеина оттитровывается только карбонат натрия до гидрокарбоната:



Тогда, $v_{10\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{HCl}) = 0,006 \cdot 1 = 0,006$ моль

$v_{100\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,06$ моль

В присутствии метилового-оранжевого идёт титрование двух солей до угольной кислоты:



$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 0,016 \cdot 1 = 0,016$ моль, тогда

$$v_{10\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,016 - 2 \cdot 0,006 = 0,004 \text{ моль}$$

$$v_{100\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,004 \cdot 10 = 0,04 \text{ моль}$$

Следовательно, $\chi(\text{NaHCO}_3) = 40\%$

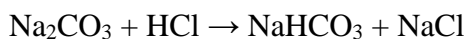
Ответ: 40

9-8-4

В лабораторию для анализа поступила смесь карбоната натрия и гидрокарбоната натрия. Смесь аккуратно перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 10 мл 0.2 М раствора кислоты. Другую аликвоту такого же объёма оттитровали раствором соляной кислоты той же концентрации, но в присутствии метилового-оранжевого, при этом было израсходовано 60 мл кислоты. Рассчитайте мольную долю (%) гидрокарбоната натрия в исходной смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:

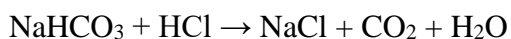
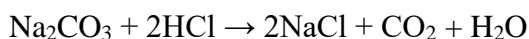
При титровании в присутствии фенолфталеина оттитровывается только карбонат натрия до гидрокарбоната:



$$\text{Тогда, } v_{10\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v(\text{HCl}) = 0,01 \cdot 0,2 = 0,002 \text{ моль}$$

$$v_{100\text{мл}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,02 \text{ моль}$$

В присутствии метилового-оранжевого идёт титрование двух солей до угольной кислоты:



$$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 0,06 \cdot 0,2 = 0,012 \text{ моль, тогда}$$

$$v_{10\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,012 - 2 \cdot 0,002 = 0,008 \text{ моль}$$

$$v_{100\text{мл}}(\text{NaHCO}_3) = 0,008 \cdot 10 = 0,08 \text{ моль}$$

Следовательно, $\chi(\text{NaHCO}_3) = 80\%$

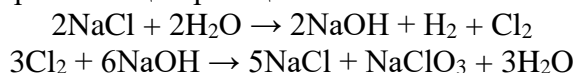
Ответ: 80

9-9-1

Раствор хлорида натрия массой 300 г (массовая доля соли составляет 5,85%) в течении некоторого времени подвергали электролизу. При этом было собрано 4,48 л (н.у.) газовой смеси. Эту газовую смесь пропустили через 22% раствор гидроксида натрия массой 200 г, нагретый до 80°C, потом добавили 0,2 г воды, затем смешали с раствором, оставшимся после электролиза. Определите массовую долю щелочи в итоговом растворе. Ответ нужно дать в процентах с точностью до десятых процента, символ «%» в поле ответа вносить **не нужно**. Относительные атомные массы элементов нужно округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) Запишем уравнения протекающих реакций:



- 2) Определим количества веществ хлорида натрия в растворе соли, выделяющихся газов и гидроксида натрия в растворе щелочи:

$$\begin{aligned}m(\text{NaCl}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) \cdot \omega(\text{NaCl}) = 300 \text{ г} \cdot 0,0585 = 17,55 \text{ г} \\n(\text{NaCl}) &= m(\text{NaCl}) : M(\text{NaCl}) = 17,55 : 58,5 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V(\text{H}_2) = V(\text{Cl}_2) &= 0,5 \cdot V_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 4,48 \text{ л} = 2,24 \text{ л} \\n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) &= V(\text{H}_2) : V_m = 2,24 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m^1(\text{NaOH}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,22 = 44 \text{ г} \\n^1(\text{NaOH}) &= m^1(\text{NaOH}) : M(\text{NaOH}) = 44 : 40 \text{ г/моль} = 1,1 \text{ моль}\end{aligned}$$

По соотношению количеств хлора и поваренной соли можно сделать вывод, что соль ещё остается в растворе, значит, в газовой смеси отсутствует кислород, который может образовываться только в том случае, если все хлорид-ионы окислились на аноде.

- 3) В ходе электролиза образуется щелочь, количество которой в два раза больше количества вещества хлора:

$$n^{\text{обр}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

- 4) Анализируя количества веществ хлора и гидроксида натрия в растворе щелочи можно сделать вывод, что хлор в недостатке, поэтому он полностью поглощается раствором щелочи, при этом щелочи расходуется:

$$n^{\text{реаг}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

В растворе после поглощения хлора щелочи остается:

$$n^{\text{ост}}(\text{NaOH}) = n^1(\text{NaOH}) - n^{\text{реаг}}(\text{NaOH}) = 1,1 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,9 \text{ моль}$$

- 5) В ходе электролиза выделяется водород, массу которого можно найти:

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ г}$$

При пропускании смеси водорода и хлора через раствор щелочи хлор полностью поглощается, а водород, наоборот. Заметим, что к раствору добавили воду такой же массой, что и у выделяющегося водорода. Поэтому масса итогового раствора равна сумме масс исходных растворов хлорида натрия и гидроксида натрия:

$$m^{\text{итог.р-ра}} = m^{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) + m^{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 300 \text{ г} + 200 \text{ г} = 500 \text{ г}$$

б) Найдем суммарное количество вещества щелочи и её массу в итоговом растворе:

$$n^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = n^{\text{ост}}(\text{NaOH}) + n^{\text{обр}}(\text{NaOH}) = 0,9 \text{ моль} + 0,2 \text{ моль} = 1,1 \text{ моль}$$
$$m^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = n^{\text{итог}}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 1,1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 44 \text{ г}$$

7) Теперь можно рассчитать массовую долю в щелочи в итоговом растворе:

$$\omega^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = m^{\text{итог}}(\text{NaOH}) : m^{\text{итог.р-ра}} \cdot 100\% = 44 \text{ г} : 500 \text{ г} \cdot 100\% = 8,8\%$$

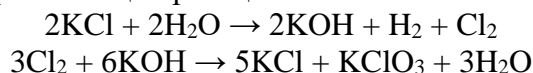
Ответ: 8,8

9-9-2

Раствор хлорида калия массой 400 г (массовая доля соли составляет 7,45%) в течении некоторого времени подвергали электролизу. При этом было собрано 6,72 л (н.у.) газовой смеси. Эту газовую смесь пропустили через 28% раствор гидроксида калия массой 200 г, нагретый до 80°C, потом добавили 0,3 г воды, затем смешали с раствором, оставшимся после электролиза. Определите массовую долю щелочи в итоговом растворе. Ответ нужно дать в процентах с точностью до десятых процента, символ «%» в поле ответа вносить **не нужно**. Относительные атомные массы элементов нужно округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) Запишем уравнения протекающих реакций:



- 2) Определим количества веществ хлорида калия в растворе соли, выделяющихся газов и гидроксида калия в растворе щелочи:

$$m(\text{KCl}) = m^{\text{р-ра}}(\text{KCl}) \cdot \omega(\text{KCl}) = 400 \text{ г} \cdot 0,0745 = 29,8 \text{ г}$$
$$n(\text{KCl}) = m(\text{KCl}) : M(\text{KCl}) = 29,8 : 74,5 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = V(\text{Cl}_2) = 0,5 \cdot V_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 6,72 \text{ л} = 3,36 \text{ л}$$
$$n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) = V(\text{H}_2) : V_m = 3,36 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m^1(\text{KOH}) = m^{\text{р-ра}}(\text{KOH}) \cdot \omega(\text{KOH}) = 200 \text{ г} \cdot 0,28 = 56 \text{ г}$$
$$n^1(\text{KOH}) = m^1(\text{KOH}) : M(\text{KOH}) = 56 : 56 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}$$

По соотношению количеств хлора и хлорида калия можно сделать вывод, что соль ещё остается в растворе, значит, в газовой смеси отсутствует кислород, который может образовываться только в том случае, если все хлорид-ионы окислились на аноде.

- 3) В ходе электролиза образуется щелочь, количество которой в два раза больше количества вещества хлора:

$$n^{\text{обр}}(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

- 4) Анализируя количества веществ хлора и гидроксида калия в растворе щелочи можно сделать вывод, что хлор в недостатке, поэтому он полностью поглощается раствором щелочи, при этом щелочи расходуется:

$$n^{\text{реак}}(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,3 \text{ моль}$$

В растворе после поглощения хлора щелочи остается:

$$n^{\text{ост}}(\text{KOH}) = n^1(\text{KOH}) - n^{\text{реак}}(\text{KOH}) = 1 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,7 \text{ моль}$$

- 5) В ходе электролиза выделяется водород, массу которого можно найти:

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,15 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ г}$$

При пропускании смеси водорода и хлора через раствор щелочи хлор полностью поглощается, а водород, наоборот. Заметим, что к раствору добавили воду такой же массой, что и у выделяющегося водорода. Поэтому масса итогового раствора равна сумме масс исходных растворов хлорида калия и гидроксида калия:

$$m^{\text{итог.р-ра}} = m^{\text{р-ра}}(\text{KCl}) + m^{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 400 \text{ г} + 200 \text{ г} = 600 \text{ г}$$

б) Найдем суммарное количество вещества щелочи и её массу в итоговом растворе:

$$n^{\text{итог}}(\text{KOH}) = n^{\text{ост}}(\text{KOH}) + n^{\text{обр}}(\text{KOH}) = 0,7 \text{ моль} + 0,3 \text{ моль} = 1 \text{ моль}$$
$$m^{\text{итог}}(\text{KOH}) = n^{\text{итог}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 56 \text{ г}$$

7) Теперь можно рассчитать массовую долю в щелочи в итоговом растворе:

$$\omega^{\text{итог}}(\text{KOH}) = m^{\text{итог}}(\text{KOH}) : m^{\text{итог.р-ра}} \cdot 100\% = 56 \text{ г} : 600 \text{ г} \cdot 100\% \approx 9,3\%$$

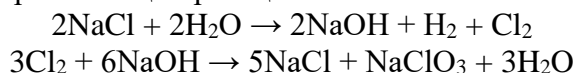
Ответ: 9,3

9-9-3

Раствор хлорида натрия массой 200 г (массовая доля соли составляет 5,85%) в течении некоторого времени подвергали электролизу. При этом было собрано 2,24 л (н.у.) газовой смеси. Эту газовую смесь пропустили через 22% раствор гидроксида натрия массой 300 г, нагретый до 80°C, потом добавили 0,1 г воды, затем смешали с раствором, оставшимся после электролиза. Определите массовую долю щелочи в итоговом растворе. Ответ нужно дать в процентах с точностью до десятых процента, символ «%» в поле ответа вносить **не нужно**. Относительные атомные массы элементов нужно округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) Запишем уравнения протекающих реакций:



- 2) Определим количества веществ хлорида натрия в растворе соли, выделяющихся газов и гидроксида натрия в растворе щелочи:

$$\begin{aligned}m(\text{NaCl}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) \cdot \omega(\text{NaCl}) = 200 \text{ г} \cdot 0,0585 = 11,7 \text{ г} \\n(\text{NaCl}) &= m(\text{NaCl}) : M(\text{NaCl}) = 11,7 : 58,5 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V(\text{H}_2) = V(\text{Cl}_2) &= 0,5 \cdot V_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 2,24 \text{ л} = 1,12 \text{ л} \\n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) &= V(\text{H}_2) : V_m = 1,12 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m^1(\text{NaOH}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH}) = 300 \text{ г} \cdot 0,22 = 66 \text{ г} \\n^1(\text{NaOH}) &= m^1(\text{NaOH}) : M(\text{NaOH}) = 66 : 40 \text{ г/моль} = 1,65 \text{ моль}\end{aligned}$$

По соотношению количеств хлора и поваренной соли можно сделать вывод, что соль ещё остается в растворе, значит, в газовой смеси отсутствует кислород, который может образовываться только в том случае, если все хлорид-ионы окислились на аноде.

- 3) В ходе электролиза образуется щелочь, количество которой в два раза больше количества вещества хлора:

$$n^{\text{обр}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

- 4) Анализируя количества веществ хлора и гидроксида натрия в растворе щелочи можно сделать вывод, что хлор в недостатке, поэтому он полностью поглощается раствором щелочи, при этом щелочи расходуется:

$$n^{\text{реак}}(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

В растворе после поглощения хлора щелочи остается:

$$n^{\text{ост}}(\text{NaOH}) = n^1(\text{NaOH}) - n^{\text{реак}}(\text{NaOH}) = 1,65 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 1,55 \text{ моль}$$

- 5) В ходе электролиза выделяется водород, массу которого можно найти:

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ г}$$

При пропускании смеси водорода и хлора через раствор щелочи хлор полностью поглощается, а водород, наоборот. Заметим, что к раствору добавили воду такой же массой, что и у выделяющегося водорода. Поэтому масса итогового раствора равна сумме масс исходных растворов хлорида натрия и гидроксида натрия:

$$m^{\text{итог.р-ра}} = m^{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) + m^{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 200 \text{ г} + 300 \text{ г} = 500 \text{ г}$$

б) Найдем суммарное количество вещества щелочи и её массу в итоговом растворе:

$$n^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = n^{\text{ост}}(\text{NaOH}) + n^{\text{обр}}(\text{NaOH}) = 1,55 \text{ моль} + 0,1 \text{ моль} = 1,65 \text{ моль}$$
$$m^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = n^{\text{итог}}(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 1,65 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 66 \text{ г}$$

7) Теперь можно рассчитать массовую долю в щелочи в итоговом растворе:

$$\omega^{\text{итог}}(\text{NaOH}) = m^{\text{итог}}(\text{NaOH}) : m^{\text{итог.р-ра}} \cdot 100\% = 66 \text{ г} : 500 \text{ г} \cdot 100\% = 13,2\%$$

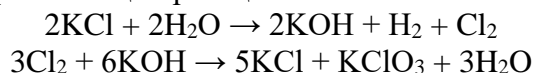
Ответ: 13,2

9-9-4

Раствор хлорида калия массой 100 г (массовая доля соли составляет 7,45%) в течении некоторого времени подвергали электролизу. При этом было собрано 1,12 л (н.у.) газовой смеси. Эту газовую смесь пропустили через 14% раствор гидроксида калия массой 400 г, нагретый до 80°C, потом добавили 0,05 г воды, затем смешали с раствором, оставшимся после электролиза. Определите массовую долю щелочи в итоговом растворе. Ответ нужно дать в процентах с точностью до десятых процента, символ «%» в поле ответа вносить **не нужно**. Относительные атомные массы элементов нужно округлять до целых, кроме хлора ($A_r(\text{Cl}) = 35,5$).

Решение:

- 1) Запишем уравнения протекающих реакций:



- 2) Определим количества веществ хлорида калия в растворе соли, выделяющихся газов и гидроксида калия в растворе щелочи:

$$\begin{aligned}m(\text{KCl}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{KCl}) \cdot \omega(\text{KCl}) = 100 \text{ г} \cdot 0,0745 = 7,45 \text{ г} \\n(\text{KCl}) &= m(\text{KCl}) : M(\text{KCl}) = 7,45 : 74,5 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V(\text{H}_2) = V(\text{Cl}_2) &= 0,5 \cdot V_{\text{общ}} = 0,5 \cdot 1,12 \text{ л} = 0,56 \text{ л} \\n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) &= V(\text{H}_2) : V_m = 0,56 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,025 \text{ моль}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m^1(\text{KOH}) &= m^{\text{р-ра}}(\text{KOH}) \cdot \omega(\text{KOH}) = 400 \text{ г} \cdot 0,14 = 56 \text{ г} \\n^1(\text{KOH}) &= m^1(\text{KOH}) : M(\text{KOH}) = 56 : 56 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль}\end{aligned}$$

По соотношению количеств хлора и хлорида калия можно сделать вывод, что соль ещё остается в растворе, значит, в газовой смеси отсутствует кислород, который может образовываться только в том случае, если все хлорид-ионы окислились на аноде.

- 3) В ходе электролиза образуется щелочь, количество которой в два раза больше количества вещества хлора:

$$n^{\text{обр}}(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

- 4) Анализируя количества веществ хлора и гидроксида калия в растворе щелочи можно сделать вывод, что хлор в недостатке, поэтому он полностью поглощается раствором щелочи, при этом щелочи расходуется:

$$n^{\text{реак}}(\text{KOH}) = 2 \cdot n(\text{Cl}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

В растворе после поглощения хлора щелочи остается:

$$n^{\text{ост}}(\text{KOH}) = n^1(\text{KOH}) - n^{\text{реак}}(\text{KOH}) = 1 \text{ моль} - 0,05 \text{ моль} = 0,95 \text{ моль}$$

- 5) В ходе электролиза выделяется водород, массу которого можно найти:

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,025 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ г}$$

При пропускании смеси водорода и хлора через раствор щелочи хлор полностью поглощается, а водород, наоборот. Заметим, что к раствору добавили воду такой же массой, что и у выделяющегося водорода. Поэтому масса итогового раствора равна сумме масс исходных растворов хлорида калия и гидроксида калия:

$$m^{\text{итог.р-ра}} = m^{\text{р-ра}}(\text{KCl}) + m^{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 100 \text{ г} + 400 \text{ г} = 500 \text{ г}$$

б) Найдем суммарное количество вещества щелочи и её массу в итоговом растворе:

$$n^{\text{итог}}(\text{KOH}) = n^{\text{ост}}(\text{KOH}) + n^{\text{обр}}(\text{KOH}) = 0,95 \text{ моль} + 0,05 \text{ моль} = 1 \text{ моль}$$
$$m^{\text{итог}}(\text{KOH}) = n^{\text{итог}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 1 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 56 \text{ г}$$

7) Теперь можно рассчитать массовую долю в щелочи в итоговом растворе:

$$\omega^{\text{итог}}(\text{KOH}) = m^{\text{итог}}(\text{KOH}) : m^{\text{итог.р-ра}} \cdot 100\% = 56 \text{ г} : 500 \text{ г} \cdot 100\% = 11,2\%$$

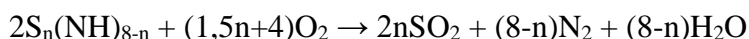
Ответ: 11,2

9-10-1

Имиды серы описываются общей формулой $S_n(NH)_{8-n}$ ($n = 4 - 8$) и представляют собой 8-членные циклы. Один из таких имидов поступил в лабораторию для исследования. Образец полностью сожгли в избытке кислорода, образовавшиеся продукты привели к н.у., при этом образовалась газовая смесь с относительной плотностью по водороду равная 30,8. Определите формулу имида. В ответ запишите значение n .

Решение:

Общая формула горения:



Газовая смесь представляет собой смесь N_2 и SO_2 .

$$M_{см} = 30,8 \cdot 2 = 61,6 \text{ г/моль}$$

Тогда можно составить уравнение:

$$2n \cdot 64 + (8-n) \cdot 28 = 61,6 \cdot (n+8)$$

$n = 7$, тогда формула имида $S_7(NH)$

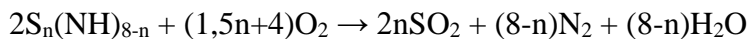
Ответ: 7

9-10-2

Имиды серы описываются общей формулой $S_n(NH)_{8-n}$ ($n = 4 - 8$) и представляют собой 8-членные циклы. Один из таких имидов поступил в лабораторию для исследования. Образец полностью сожгли в избытке кислорода, образовавшиеся продукты привели к н.у., при этом образовалась газовая смесь с относительной плотностью по воздуху равная 2,03. Определите формулу имида. В ответ запишите значение n .

Решение:

Общая формула горения:



Газовая смесь представляет собой смесь N_2 и SO_2 .

$$M_{см} = 2,03 \cdot 29 = 58,87 \text{ г/моль}$$

Тогда можно составить уравнение:

$$2n \cdot 64 + (8-n) \cdot 28 = 58,87 \cdot (n+8)$$

$n = 6$, тогда формула имида $S_6(NH)_2$

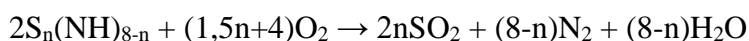
Ответ: 6

9-10-3

Имиды серы описываются общей формулой $S_n(NH)_{8-n}$ ($n = 4 - 8$) и представляют собой 8-членные циклы. Один из таких имидов поступил в лабораторию для исследования. Образец полностью сожгли в избытке кислорода, образовавшиеся продукты привели к н.у., при этом образовалась газовая смесь с относительной плотностью по воздуху равная 1,92. Определите формулу имида. В ответ запишите значение n .

Решение:

Общая формула горения:



Газовая смесь представляет собой смесь N_2 и SO_2 .

$$M_{см} = 1,92 \cdot 29 = 55,68 \text{ г/моль}$$

Тогда можно составить уравнение:

$$2n \cdot 64 + (8-n) \cdot 28 = 55,68 \cdot (n+8)$$

$$n = 5, \text{ тогда формула имида } S_5(NH)_3$$

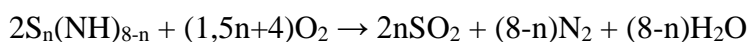
Ответ: 5

9-10-4

Имиды серы описываются общей формулой $S_n(NH)_{8-n}$ ($n = 4 - 8$) и представляют собой 8-членные циклы. Один из таких имидов поступил в лабораторию для исследования. Образец полностью сожгли в избытке кислорода, образовавшиеся продукты привели к н.у., при этом образовалась газовая смесь с относительной плотностью по гелию равная 13. Определите формулу имида. В ответ запишите значение n .

Решение:

Общая формула горения:



Газовая смесь представляет собой смесь N_2 и SO_2 .

$$M_{см} = 13 \cdot 4 = 52 \text{ г/моль}$$

Тогда можно составить уравнение:

$$2n \cdot 64 + (8-n) \cdot 28 = 52 \cdot (n+8)$$

$$n = 4, \text{ тогда формула имида } S_4(NH)_4$$

Ответ: 4