

Задача 1-1.

В растворе серной кислоты число атомов водорода равно $1,2 \cdot 10^{25}$, а число атомов кислорода $7,8 \cdot 10^{24}$. Определите массовую долю (в процентах) серной кислоты в этом растворе с точностью до десятых. Постоянную Авогадро примите равной $6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Решение:

- 1) Найдем количество вещества атомов водорода и кислорода:

$$n(\text{H}) = N(\text{H}) : N_A = 1,2 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 20 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = N(\text{O}) : N_A = 7,8 \cdot 10^{24} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 13 \text{ моль}$$

- 2) Обозначим количество вещества серной кислоты как «x», а количество вещества воды «y». Тогда:

$$\begin{cases} 2x + 2y = 20 \\ 4x + y = 13 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $x = 1$ моль, $y = 9$ моль.

- 3) Найдем массы серной кислоты, воды и раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 98 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 162 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = 98 \text{ г} + 162 \text{ г} = 260 \text{ г}$$

- 4) Найдем массовую долю кислоты в растворе:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) : m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 98 \text{ г} : 260 \text{ г} \cdot 100\% \approx 37,7\%$$

Ответ: 37,7

Задача 1-2.

В растворе азотной кислоты число атомов водорода равно $1,08 \cdot 10^{25}$, а число атомов кислорода $8,4 \cdot 10^{24}$. Определите массовую долю (в процентах) азотной кислоты в этом растворе с точностью до десятых. Постоянную Авогадро примите равной $6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Решение:

- 1) Найдем количество вещества атомов водорода и кислорода:

$$n(\text{H}) = N(\text{H}) : N_A = 1,08 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 18 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = N(\text{O}) : N_A = 8,4 \cdot 10^{24} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 14 \text{ моль}$$

- 2) Обозначим количество вещества азотной кислоты как «x», а количество вещества воды «y». Тогда:

{

$$x + 2y = 18$$

$$3x + y = 14$$

Решая эту систему, получаем, что $x = 2$ моль, $y = 8$ моль.

3) Найдем массы азотной кислоты, воды и раствора:

$$m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 126 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 8 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 144 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{HNO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 126 \text{ г} + 144 \text{ г} = 270 \text{ г}$$

4) Найдем массовую долю кислоты в растворе:

$$\omega(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) : m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 126 \text{ г} : 270 \text{ г} \cdot 100\% \approx 46,7\%$$

Ответ: 46,7

Задача 1-3.

В растворе ортофосфорной кислоты число атомов водорода равно $1,38 \cdot 10^{25}$, а число атомов кислорода $1,14 \cdot 10^{25}$. Определите массовую долю (в процентах) ортофосфорной кислоты в этом растворе с точностью до целых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых. Постоянную Авогадро примите равной $6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Решение:

1) Найдем количество вещества атомов водорода и кислорода:

$$n(\text{H}) = N(\text{H}) : N_A = 1,38 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 23 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = N(\text{O}) : N_A = 1,14 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 19 \text{ моль}$$

2) Обозначим количество вещества азотной кислоты как «х», а количество вещества воды «у». Тогда:

$$\begin{cases} 3x + 2y = 23 \\ 4x + y = 19 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $x = 3$ моль, $y = 7$ моль.

3) Найдем массы азотной кислоты, воды и раствора:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 294 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 7 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 126 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = 294 \text{ г} + 126 \text{ г} = 420 \text{ г}$$

4) Найдем массовую долю кислоты в растворе:

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = m(\text{H}_3\text{PO}_4) : m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 294 \text{ г} : 420 \text{ г} \cdot 100\% \approx 70\%$$

Ответ: 70

Задача 1-4.

В растворе хлорной кислоты число атомов водорода равно $2,34 \cdot 10^{25}$, а число атомов кислорода $1,38 \cdot 10^{25}$. Определите массовую долю (в процентах) хлорной кислоты в этом растворе с точностью до десятых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых, молярную массу хлора следует взять $35,5$ г/моль. Постоянную Авогадро примите равной $6 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Решение:

1) Найдем количество вещества атомов водорода и кислорода:

$$n(\text{H}) = N(\text{H}) : N_A = 2,34 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 39 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = N(\text{O}) : N_A = 1,38 \cdot 10^{25} : 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 23 \text{ моль}$$

2) Обозначим количество вещества хлорной кислоты как «х», а количество вещества воды «у». Тогда:

$$\begin{cases} x + 2y = 39 \\ 4x + y = 23 \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $x = 1$ моль, $y = 19$ моль.

3) Найдем массы хлорной кислоты, воды и раствора:

$$m(\text{HClO}_4) = n(\text{HClO}_4) \cdot M(\text{HClO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 100,5 \text{ г/моль} = 100,5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 19 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 342 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{HClO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) = 100,5 \text{ г} + 342 \text{ г} = 442,5 \text{ г}$$

4) Найдем массовую долю кислоты в растворе:

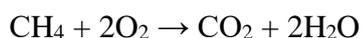
$$\omega(\text{HClO}_4) = m(\text{HClO}_4) : m(\text{раствора}) \cdot 100\% = 100,5 \text{ г} : 442,5 \text{ г} \cdot 100\% \approx 22,7\%$$

Ответ: 22,7

Задача 2-1.

3,36 л (н.у.) метана (CH_4) сожгли в избытке кислорода. После охлаждения образовавшейся смеси газообразных продуктов до комнатной температуры её пропустили через 500 г 1,11%-ного раствора гидроксида кальция. Рассчитайте массу соли (г) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до сотых.

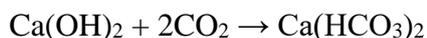
Решение:



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CH}_4) = 3,36/22,4 = 0,15 \text{ моль}$$

$$v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m \cdot \omega / M = 500 \cdot 0,0111 / 74 = 0,075 \text{ моль}$$

$v(\text{CO}_2) : v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,15 : 0,075 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$v(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = v(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,075 \text{ моль}$$

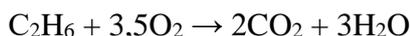
$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,075 \cdot 162 = 12,15 \text{ г}$$

Ответ: 12,15

Задача 2-2.

3 г этана (C_2H_6) сожгли в избытке кислорода. После охлаждения образовавшейся смеси газообразных продуктов до комнатной температуры её пропустили через 900 г 1,9%-ного раствора гидроксида бария. Рассчитайте массу соли (г) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:



$$v(CO_2) = 2v(C_2H_6) = 2 \cdot 3/30 = 0,2 \text{ моль}$$

$$v(Ba(OH)_2) = m \cdot \omega / M = 900 \cdot 0,019 / 171 = 0,1 \text{ моль}$$

$v(CO_2) : v(Ba(OH)_2) = 0,2 : 0,1 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$v(Ba(HCO_3)_2) = v(Ba(OH)_2) = 0,1 \text{ моль}$$

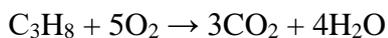
$$m(Ba(HCO_3)_2) = 0,1 \cdot 259 = 25,9 \text{ г}$$

Ответ: 25,9

Задача 2-3.

4,48 л (н.у.) пропана (C_3H_8) сожгли в избытке кислорода. После охлаждения образовавшейся смеси газообразных продуктов до комнатной температуры её пропустили через 1,5 кг 3,42%-ного раствора гидроксида бария. Рассчитайте массу соли (г) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Решение:



$$v(CO_2) = 3v(C_3H_8) = 3 \cdot 4,48/22,4 = 0,6 \text{ моль}$$

$$v(Ba(OH)_2) = m \cdot \omega / M = 1500 \cdot 0,0342 / 171 = 0,3 \text{ моль}$$

$v(CO_2) : v(Ba(OH)_2) = 0,6 : 0,3 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$v(Ba(HCO_3)_2) = v(Ba(OH)_2) = 0,3 \text{ моль}$$

$$m(Ba(HCO_3)_2) = 0,3 \cdot 259 = 77,7 \text{ г}$$

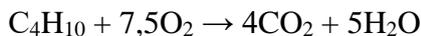
Ответ: 25,9

Задача 2-4.

14,5 г бутана (C_4H_{10}) сожгли в избытке кислорода. После охлаждения образовавшейся смеси газообразных продуктов до комнатной температуры её пропустили через 2 кг 1,85%-ного

раствора гидроксида кальция. Рассчитайте массу соли (г) в образовавшемся растворе. В ответ запишите число с точностью до целых.

Решение:



$$\nu(\text{CO}_2) = 4\nu(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4 * 14,5/58 = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = m * \omega / M = 2000 * 0,0185 / 74 = 0,5 \text{ моль}$$

$\nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1 : 0,5 = 2 : 1$, тогда уравнение реакции будет иметь вид



$$\nu(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0,5 * 162 = 81 \text{ г}$$

Ответ: 81

Задача 3-1.

Выберите, с какими веществами при комнатной температуре будет реагировать диоксигород. Список веществ:

- 1) Литий
- 2) Свежеосажденный из раствора гидроксид железа(II)
- 3) Водород
- 4) Медь
- 5) Оксид азота(II)
- 6) Гидроксид натрия

Ответ: 125

Задача 3-2.

Выберите, с какими веществами при комнатной температуре будет реагировать кусок алюминия. Список веществ:

- 1) Водород
- 2) Азот
- 3) Раствор гидроксида натрия
- 4) Раствор сульфата меди(II)
- 5) Разбавленный раствор серной кислоты
- 6) Концентрированный раствор серной кислоты

Ответ: 345

Задача 3-3.

Выберите, с какими веществами при комнатной температуре будет реагировать кусок железа. Список веществ:

- 1) Кислород
- 2) Концентрированная серная кислота
- 3) Кислород во влажном воздухе
- 4) Концентрированная азотная кислота
- 5) Хлор
- 6) Разбавленная серная кислота

Ответ: 356

Задача 3-4.

Выберите, с какими веществами при комнатной температуре будет реагировать хлор. Список веществ:

- 1) Натрий
- 2) Хлорид натрия
- 3) Раствор хлорида железа(II)
- 4) Железо
- 5) Оксид меди(II)
- 6) Криптон

Ответ: 134

Задача 4-1.

Гидроксид неизвестного металла прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C, при этом потеря массы составила 34,615%. Определите формулу гидроксида. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный гидроксид.

Решение:



Пусть разложилось 2 моль гидроксида, тогда можно составить уравнение:

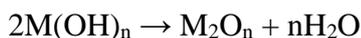
$$0,34615 = \frac{n \cdot 18}{2 \cdot (M + 17n)}$$

Откуда получаем, $M = 9n$, при $n = 3$, $M = 27$ г/моль, что соответствует алюминию (13 номер)

Ответ: 13

Задача 4-2.

Гидроксид неизвестного металла прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C, при этом потеря массы составила 26,21%. Определите формулу гидроксида. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный гидроксид.

Решение:

Пусть разложилось 2 моль гидроксида, тогда можно составить уравнение:

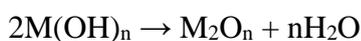
$$0,2621 = \frac{n \cdot 18}{2 \cdot (M + 17n)}$$

Откуда получаем, $M = 17,34n$, при $n = 3$, $M = 52$ г/моль, что соответствует хрому (24 номер)

Ответ: 24

Задача 4-3.

Гидроксид неизвестного металла прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C , при этом потеря массы составила 25,23%. Определите формулу гидроксида. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный гидроксид.

Решение:

Пусть разложилось 2 моль гидроксида, тогда можно составить уравнение:

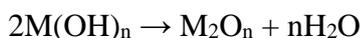
$$0,2523 = \frac{n \cdot 18}{2 \cdot (M + 17n)}$$

Откуда получаем, $M = 18,67n$, при $n = 3$, $M = 56$ г/моль, что соответствует железу (26 номер)

Ответ: 26

Задача 4-4.

Гидроксид неизвестного металла прокаливали до постоянной массы при температуре выше 400°C , при этом потеря массы составила 18,18%. Определите формулу гидроксида. В ответ запишите порядковый номер металла, образующего данный гидроксид.

Решение:

Пусть разложилось 2 моль гидроксида, тогда можно составить уравнение:

$$0,1818 = \frac{n \cdot 18}{2 \cdot (M + 17n)}$$

Откуда получаем, $M = 32,5n$, при $n = 2$, $M = 65$ г/моль, что соответствует цинку (30 номер)

Ответ: 30

Задача 5-1.

Порошок железа обработали избытком горячей концентрированной азотной кислоты. Началась химическая реакция. Выберите верные утверждения о протекающем процессе среди приведенных ниже:

- 1) В ходе процесса образуется бесцветный раствор
- 2) В ходе процесса образуется бурый раствор

- 3) В ходе реакции выделяется бесцветный газ
- 4) В ходе реакции выделяется бурый газ
- 5) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то сначала выпадает окрашенный осадок, а потом он растворяется в избытке раствора аммиака
- 6) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то выпадает окрашенный осадок, нерастворимый в избытке раствора аммиака
- 7) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке раствора аммиака

Ответ: 246

Задача 5-2.

Порошок железа обработали избытком горячей концентрированной серной кислоты. Началась химическая реакция. Выберите верные утверждения о протекающем процессе среди приведенных ниже:

- 1) В ходе процесса образуется бесцветный раствор
- 2) В ходе процесса образуется бурый раствор
- 3) В ходе реакции выделяется бесцветный газ
- 4) В ходе реакции выделяется бурый газ
- 5) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 5% раствор едкого натра, то сначала выпадает окрашенный осадок, а потом он растворяется в избытке раствора едкого натра
- 6) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 5% раствор едкого натра, то выпадает окрашенный осадок, нерастворимый в избытке раствора едкого натра
- 7) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 5% раствор едкого натра, то выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке едкого натра

Ответ: 236

Задача 5-3.

Порошок алюминия обработали избытком концентрированным раствором щелочи. Началась химическая реакция. Выберите верные утверждения о протекающем процессе среди приведенных ниже:

- 1) В ходе процесса образуется бесцветный раствор
- 2) В ходе процесса образуется синий раствор
- 3) В ходе реакции выделяется бесцветный газ
- 4) В ходе реакции выделяется газ с резким запахом
- 5) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 5% раствор соляной кислоты, то сначала выпадает осадок, а потом он растворяется в избытке раствора соляной кислоты
- 6) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 5% раствор соляной кислоты, то сначала выпадает осадок, нерастворимый в избытке соляной кислоты
- 7) Реакционная смесь охлаждается в ходе реакции

Ответ: 135

Задача 5-4.

Порошок меди обработали избытком концентрированным раствором азотной кислоты. Началась химическая реакция. Выберите верные утверждения о протекающем процессе среди приведенных ниже:

- 1) В ходе процесса образуется бесцветный раствор
- 2) В ходе процесса образуется окрашенный раствор
- 3) В ходе реакции выделяется бесцветный газ
- 4) В ходе реакции выделяется бурый газ
- 5) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то сначала выпадает окрашенный осадок, а потом он растворяется в избытке раствора аммиака
- 6) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то выпадает окрашенный осадок, нерастворимый в избытке раствора аммиака
- 7) Если к образовавшемуся раствору добавлять по каплям 10% раствор аммиака, то выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке раствора аммиака

Ответ: 245

Задача 6-1.

Кристаллогидраты сульфата и карбоната одного и того же одновалентного металла содержат одинаковое количество кристаллизационной воды. Дополнительно известно, что массовые доли воды в сульфате и карбонате равны соответственно 55.90% и 62.94%. Определите одновалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Zn).

Решение:

Для солей состава $M_2CO_3 \cdot nH_2O$ и $M_2SO_4 \cdot nH_2O$ можно составить систему:

$$\begin{cases} 0.6294 = \frac{18n}{2M + 60 + 18n} \\ 0.559 = \frac{18n}{2M + 96 + 18n} \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $M = 23$, $n = 10$.

Следовательно, металл – **натрий (Na)**

Ответ: Na

Задача 6-2.

Кристаллогидраты хлорида и нитрата одного и того же двухвалентного металла содержат одинаковое количество кристаллизационной воды. Дополнительно известно, что массовые доли воды в хлориде и нитрате равны соответственно 39.34% и 30.51%. Определите двухвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Zn).

Решение:

Для солей состава $MCl_2 \cdot nH_2O$ и $M(NO_3)_2 \cdot nH_2O$ можно составить систему:

$$\begin{cases} 0.3934 = \frac{18n}{M + 71 + 18n} \\ 0.3051 = \frac{18n}{M + 124 + 18n} \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $M = 40$, $n = 4$.

Следовательно, металл – **кальций (Ca)**

Ответ: Ca

Задача 6-3.

Кристаллогидраты хлорида и нитрата одного и того же трехвалентного металла содержат одинаковое количество кристаллизационной воды. Дополнительно известно, что массовые доли воды в хлориде и нитрате равны соответственно 39.93% и 30.86%. Определите трёхвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Zn).

Решение:

Для солей состава $MCl_3 \cdot nH_2O$ и $M(NO_3)_3 \cdot nH_2O$ можно составить систему:

$$\begin{cases} 0.3993 = \frac{18n}{M + 106.5 + 18n} \\ 0.3086 = \frac{18n}{M + 186 + 18n} \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $M = 56$, $n = 6$.

Следовательно, металл – **железо (Fe)**

Ответ: Fe

Задача 6-4.

Кристаллогидраты бромиды и йодида одного и того же двухвалентного металла содержат одинаковое количество кристаллизационной воды. Дополнительно известно, что массовые доли воды в бромиде и йоиде равны соответственно 30.37% и 24.02%. Определите двухвалентный металл, в ответ запишите его обозначение латинскими буквами (например, Zn).

Решение:

Для солей состава $MBr_2 \cdot nH_2O$ и $MI_2 \cdot nH_2O$ можно составить систему:

$$\begin{cases} 0.3037 = \frac{18n}{M + 160 + 18n} \\ 0.2402 = \frac{18n}{M + 254 + 18n} \end{cases}$$

Решая эту систему, получаем, что $M = 87.6$, $n = 6$.

Следовательно, металл – **стронций (Sr)**

Ответ: Sr

Задача 7-1.

Тепловой эффект реакции нейтрализации равен 56 кДж (в расчете на 1 моль образующейся воды). При нейтрализации 100 г раствора гидроксида натрия выделилось 11,2 кДж теплоты. Известно, что раствор щелочи нейтрализовали раствором соляной кислоты такой же массы, а pH образовавшегося раствора при 25°C равен семи. Определите массовую долю (в процентах) соляной кислоты в исходном растворе кислоты с точностью до десятых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых, молярную массу хлора следует взять 35,5 г/моль.

Решение:

- 1) Термохимическое уравнение реакции нейтрализации:



- 2) По термохимическому уравнению рассчитаем количество вещества щелочи:

$$n(\text{NaOH}) = (11,2 \text{ кДж} : 56 \text{ кДж}) \cdot 1 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$$

- 3) Если pH образовавшегося после реакции раствора равен 7, т.е. это означает, что после реакции в растворе не осталось ни кислоты, ни щелочи. Следовательно, можно найти количество вещества и массу кислоты:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 7,3 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля кислоты в исходном растворе кислоты равна:

$$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) : m^{\text{р-ра}}(\text{HCl}) \cdot 100\% = 7,3 \text{ г} : 100 \text{ г} \cdot 100\% = 7,3\%$$

Ответ: 7,3

Задача 7-2.

Тепловой эффект реакции нейтрализации равен 56 кДж (в расчете на 1 моль образующейся воды). При нейтрализации 150 г раствора гидроксида калия выделилось 22,4 кДж теплоты. Известно, что раствор щелочи нейтрализовали раствором соляной кислоты такой же массы, а pH образовавшегося раствора при 25°C равен семи. Определите массовую долю (в процентах) соляной кислоты в исходном растворе кислоты с точностью до десятых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых, молярную массу хлора следует взять 35,5 г/моль.

Решение:

- 1) Термохимическое уравнение реакции нейтрализации:



- 2) По термохимическому уравнению рассчитаем количество вещества щелочи:

$$n(\text{KOH}) = (22,4 \text{ кДж} : 56 \text{ кДж}) \cdot 1 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$$

- 3) Если pH образовавшегося после реакции раствора равен 7, т.е. это означает, что после реакции в растворе не осталось ни кислоты, ни щелочи. Следовательно, можно найти количество вещества и массу кислоты:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{KOH}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,4 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 14,6 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля кислоты в исходном растворе кислоты равна:

$$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) : m^{\text{р-ра}}(\text{HCl}) \cdot 100\% = 14,6 \text{ г} : 150 \text{ г} \cdot 100\% \approx 9,7\%$$

Ответ: 9,7

Задача 7-3.

Тепловой эффект реакции нейтрализации равен 56 кДж (в расчете на 1 моль образующейся воды). При нейтрализации 200 г раствора гидроксида лития выделилось 6,72 кДж теплоты. Известно, что раствор щелочи нейтрализовали раствором соляной кислоты такой же массы, а pH образовавшегося раствора при 25°C равен семи. Определите массовую долю (в процентах) соляной кислоты в исходном растворе кислоты с точностью до десятых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых, молярную массу хлора следуют взять 35,5 г/моль.

Решение:

- 1) Термохимическое уравнение реакции нейтрализации:



- 2) По термохимическому уравнению рассчитаем количество вещества щелочи:

$$n(\text{LiOH}) = (6,72 \text{ кДж} : 56 \text{ кДж}) \cdot 1 \text{ моль} = 0,12 \text{ моль}$$

- 3) Если pH образовавшегося после реакции раствора равен 7, т.е. это означает, что после реакции в растворе не осталось ни кислоты, ни щелочи. Следовательно, можно найти количество вещества и массу кислоты:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{LiOH}) = 0,12 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,12 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 4,38 \text{ г}$$

- 4) Массовая доля кислоты в исходном растворе кислоты равна:

$$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) : m^{\text{р-ра}}(\text{HCl}) \cdot 100\% = 4,38 \text{ г} : 200 \text{ г} \cdot 100\% \approx 2,2\%$$

Ответ: 2,2

Задача 7-4.

Тепловой эффект реакции нейтрализации равен 56 кДж (в расчете на 1 моль образующейся воды). При нейтрализации 150 г раствора гидроксида рубидия выделилось 33,6 кДж теплоты. Известно, что раствор щелочи нейтрализовали раствором соляной кислоты такой же массы, а pH образовавшегося раствора при 25°C равен семи. Определите массовую долю (в процентах) соляной кислоты в исходном растворе кислоты с точностью до десятых. Молярные массы элементов следует округлять с точностью до целых, молярную массу хлора следуют взять 35,5 г/моль.

Решение:

- 1) Термохимическое уравнение реакции нейтрализации:



- 2) По термохимическому уравнению рассчитаем количество вещества щелочи:

$$n(\text{RbOH}) = (33,6 \text{ кДж} : 56 \text{ кДж}) \cdot 1 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль}$$

- 3) Если pH образовавшегося после реакции раствора равен 7, т.е. это означает, что после реакции в растворе не осталось ни кислоты, ни щелочи. Следовательно, можно найти количество вещества и массу кислоты:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{RbOH}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 0,6 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 21,9 \text{ г}$$

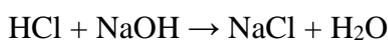
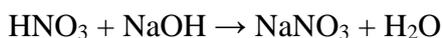
- 4) Массовая доля кислоты в исходном растворе кислоты равна:

$$\omega(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) : m^{\text{р-ра}}(\text{HCl}) \cdot 100\% = 21,9 \text{ г} : 150 \text{ г} \cdot 100\% \approx 14,6\%$$

Ответ: 14,6

Задача 8-1.

В лабораторию для анализа поступила смесь соляной и азотной кислот. Смесь массой 1.1275 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 20 мл 0.1 М раствора щелочи. Рассчитайте содержание мольную долю (%) соляной кислоты в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:

Пусть $\nu(\text{HNO}_3) = x$ моль; $\nu(\text{HCl}) = y$ моль

$$\nu(\text{NaOH})_{10 \text{ мл}} = 0,02 \cdot 0,1 = 0,002 \text{ моль}, \nu(\text{NaOH})_{100 \text{ мл}} = 0,02 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} 1,1275 = 63x + 36,5y \\ 0,02 = x + y \end{cases}$$

Откуда получаем, что $x = 0,015$ моль, $y = 0,005$ моль

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

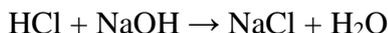
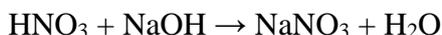
Ответ: 25

Задача 8-2.

В лабораторию для анализа поступила смесь соляной и азотной кислот. Смесь массой 6.035 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем

отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 25 мл 0.4 М раствора щелочи. Рассчитайте содержание мольную долю (%) соляной кислоты в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:



Пусть $\nu(\text{HNO}_3) = x$ моль; $\nu(\text{HCl}) = y$ моль

$\nu(\text{NaOH})_{10 \text{ мл}} = 0.025 \cdot 0.4 = 0.01$ моль, $\nu(\text{NaOH})_{100 \text{ мл}} = 0.1$ моль

$$\begin{cases} 6.035 = 63x + 36.5y \\ 0.1 = x + y \end{cases}$$

Откуда получаем, что $x = 0.09$ моль, $y = 0.01$ моль

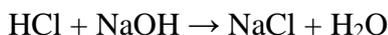
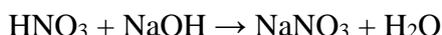
Следовательно, $\chi(\text{HCl}) = 10\%$

Ответ: 10

Задача 8-3.

В лабораторию для анализа поступила смесь соляной и азотной кислот. Смесь массой 0.5505 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 20 мл 0.05 М раствора щелочи. Рассчитайте содержание мольную долю (%) соляной кислоты в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:



Пусть $\nu(\text{HNO}_3) = x$ моль; $\nu(\text{HCl}) = y$ моль

$\nu(\text{NaOH})_{10 \text{ мл}} = 0.02 \cdot 0.05 = 0.001$ моль, $\nu(\text{NaOH})_{100 \text{ мл}} = 0.01$ моль

$$\begin{cases} 0.5505 = 63x + 36.5y \\ 0.01 = x + y \end{cases}$$

Откуда получаем, что $x = 0.007$ моль, $y = 0.003$ моль

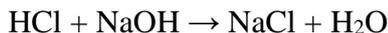
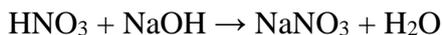
Следовательно, $\chi(\text{HCl}) = 30\%$

Ответ: 30

Задача 8-4.

В лабораторию для анализа поступила смесь соляной и азотной кислот. Смесь массой 1.048 г поместили в мерную колбу на 100 мл и довели дистиллированной водой до метки. Затем отобрали аликвоту в 10 мл и оттитровали раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина. На титрование потребовалось 10 мл 0.2 М раствора щелочи. Рассчитайте содержание мольную долю (%) соляной кислоты в этой смеси. В ответ запишите число, округлив его до целого значения.

Решение:



Пусть $\nu(\text{HNO}_3) = x$ моль; $\nu(\text{HCl}) = y$ моль

$\nu(\text{NaOH})_{10 \text{ мл}} = 0.01 \cdot 0.2 = 0.002$ моль, $\nu(\text{NaOH})_{100 \text{ мл}} = 0.02$ моль

$$\begin{cases} 1.048 = 63x + 36.5y \\ 0.02 = x + y \end{cases}$$

Откуда получаем, что $x = 0.012$ моль, $y = 0.008$ моль

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

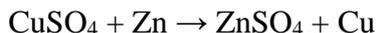
Ответ: 40

Задача 9-1.

Цинковую пластину массой 39,0 г опустили в раствор медного купороса и вытащили, когда её масса изменилась на 0,5 г. После этого её погрузили на длительное время в избыток разбавленного раствора серной кислоты, при этом наблюдалась выделение бесцветного газа. Определите объём выделившегося газа (в литрах), если известно, что атмосферное давление в день, когда проводили опыт, было равно 10^5 Па, а температура была равна 300 К (молярный объём газа при этих условиях равен 25 л/моль). Молярную массу меди следует взять равной 64 г/моль, а у цинка 65 г/моль. Ответ нужно дать с точностью до десятых.

Решение:

1) При взаимодействии металла и раствора соли протекает реакция:



Видно, что количества веществ растворяющегося цинка и выделяющейся на пластинке меди равны. С учетом того, что молярная масса цинка больше молярной массы меди, можно сделать вывод, что масса пластинки **уменьшилась** на 0,5 г. Обозначив количество вещества реагирующего цинка за «x» можно записать уравнение:

$$\begin{aligned} \Delta m^{\text{пласт}} &= m(\text{Cu}) - m^{\text{реак}}(\text{Zn}) \\ -0,5 &= 64x - 65x \\ -0,5 &= -x \\ x &= 0,5 \text{ (моль)} \end{aligned}$$

- 2) Цинка растворилось 0,5 моль, теперь можно посчитать массу прореагировавшего цинка:

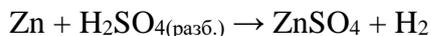
$$m^{\text{реаг}}(\text{Zn}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 32,5 \text{ г}$$

Тогда можно посчитать массу и количество вещества оставшегося в пластинке цинка:

$$m^{\text{ост}}(\text{Zn}) = 39,0 \text{ г} - 32,5 \text{ г} = 6,5 \text{ г}$$

$$n^{\text{ост}}(\text{Zn}) = 6,5 \text{ г} : 65 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$$

- 3) С серной кислотой будет реагировать только цинк:



Количество вещества выделяющегося водорода равно количеству вещества оставшегося цинка.

- 4) Объём выделившегося водорода при указанных условиях:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,1 \text{ моль} \cdot 25 \text{ л/моль} = 2,5 \text{ л}$$

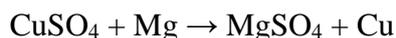
Ответ: 2,5

Задача 9-2.

Магниевую пластину массой 9,6 г опустили в раствор медного купороса и вытащили, когда её масса изменилась на 4,0 г. После этого её погрузили на длительное время в избыток разбавленного раствора серной кислоты, при этом наблюдалась выделение бесцветного газа. Определите объём выделившегося газа (в литрах), если известно, что атмосферное давление в день, когда проводили опыт, было равно 10^5 Па, а температура была равна 300 К (молярный объём газа при этих условиях равен 25 л/моль). Молярную массу меди следует взять равной 64 г/моль, а у магния 24 г/моль. Ответ нужно дать с точностью до десятых.

Решение:

- 1) При взаимодействии металла и раствора соли протекает реакция:



Видно, что количества веществ растворяющегося магния и выделяющейся на пластинке меди равны. С учетом того, что молярная масса магния меньше молярной массы меди, можно сделать вывод, что масса пластинки **увеличилась** на 4,0 г. Обозначив количество вещества реагирующего магния за «x» можно записать уравнение:

$$\Delta m_{\text{пласт}} = m(\text{Cu}) - m^{\text{реаг}}(\text{Mg})$$

$$4,0 = 64x - 24x$$

$$4,0 = 40x$$

$$x = 0,1 \text{ (моль)}$$

- 2) Магния растворилось 0,1 моль, теперь можно посчитать массу прореагировавшего магния:

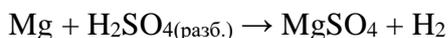
$$m^{\text{реаг}}(\text{Mg}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 24 \text{ г/моль} = 2,4 \text{ г}$$

Тогда можно посчитать массу и количество вещества оставшегося в пластинке магния:

$$m^{\text{ост}}(\text{Mg}) = 9,6 \text{ г} - 2,4 \text{ г} = 7,2 \text{ г}$$

$$n^{\text{ост}}(\text{Mg}) = 7,2 \text{ г} : 24 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль}$$

- 3) С серной кислотой будет реагировать только магний:



Количество вещества выделяющегося водорода равно количеству вещества оставшегося магния.

- 4) Объём выделившегося водорода при указанных условиях:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,3 \text{ моль} \cdot 25 \text{ л/моль} = 7,5 \text{ л}$$

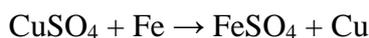
Ответ: 7,5

Задача 9-3.

Железную пластину массой 42,0 г опустили в раствор медного купороса и вытащили, когда её масса изменилась на 4,8 г. После этого её погрузили на длительное время в избыток разбавленного раствора серной кислоты, при этом наблюдалась выделение бесцветного газа. Определите объём выделившегося газа (в литрах), если известно, что атмосферное давление в день, когда проводили опыт, было равно 10^5 Па, а температура была равна 300 К (молярный объём газа при этих условиях равен 25 л/моль). Молярную массу меди следует взять равной 64 г/моль, а у железа 56 г/моль. Ответ нужно дать с точностью до сотых.

Решение:

- 1) При взаимодействии металла и раствора соли протекает реакция:



Видно, что количества веществ растворяющегося железа и выделяющейся на пластинке меди равны. С учетом того, что молярная масса железа меньше молярной массы меди, можно сделать вывод, что масса пластинки **увеличилась** на 4,8 г. Обозначив количество вещества реагирующего железа за «х» можно записать уравнение:

$$\Delta m^{\text{пласт}} = m(\text{Cu}) - m^{\text{реак}}(\text{Fe})$$

$$4,8 = 64x - 56x$$

$$4,8 = 8x$$

$$x = 0,6 \text{ (моль)}$$

- 2) Железа растворилось 0,6 моль, теперь можно посчитать массу прореагировавшего железа:

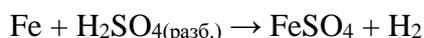
$$m^{\text{реак}}(\text{Fe}) = 0,6 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 33,6 \text{ г}$$

Тогда можно посчитать массу и количество вещества оставшегося в пластинке железа:

$$m^{\text{ост}}(\text{Fe}) = 42,0 \text{ г} - 33,6 \text{ г} = 8,4 \text{ г}$$

$$n^{\text{ост}}(\text{Fe}) = 8,4 \text{ г} : 56 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$$

- 3) С серной кислотой будет реагировать только железо:



Количество вещества выделяющегося водорода равно количеству вещества оставшегося железа.

- 4) Объём выделившегося водорода при указанных условиях:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,15 \text{ моль} \cdot 25 \text{ л/моль} = 3,75 \text{ л}$$

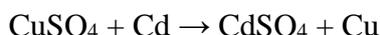
Ответ: 3,75

Задача 9-4.

Кадмиевую пластину массой 67,2 г опустили в раствор медного купороса и вытащили, когда её масса изменилась на 9,6 г. После этого её погрузили на длительное время в избыток разбавленного раствора серной кислоты, при этом наблюдалась выделение бесцветного газа. Определите объём выделившегося газа (в литрах), если известно, что атмосферное давление в день, когда проводили опыт, было равно 10^5 Па, а температура была равна 300 К (молярный объём газа при этих условиях равен 25 л/моль). Молярную массу меди следует взять равной 64 г/моль, а у кадмия 112 г/моль. Ответ нужно дать с точностью до целых.

Решение:

- 1) При взаимодействии металла и раствора соли протекает реакция:



Видно, что количества веществ растворяющегося кадмия и выделяющейся на пластинке меди равны. С учетом того, что молярная масса кадмия больше молярной массы меди, можно сделать вывод, что масса пластинки **уменьшилась** на 9,6 г. Обозначив количество вещества реагирующего кадмия за «x» можно записать уравнение:

$$\begin{aligned}\Delta m_{\text{пласт}} &= m(\text{Cu}) - m^{\text{реак}}(\text{Cd}) \\ -9,6 &= 64x - 112x \\ -9,6 &= -48x \\ x &= 0,2 \text{ (моль)}\end{aligned}$$

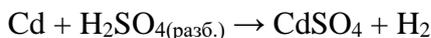
- 2) Кадмия растворилось 0,2 моль, теперь можно посчитать массу прореагировавшего кадмия:

$$m^{\text{реак}}(\text{Cd}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 112 \text{ г/моль} = 22,4 \text{ г}$$

Тогда можно посчитать массу и количество вещества оставшегося в пластинке кадмия:

$$\begin{aligned}m^{\text{ост}}(\text{Cd}) &= 67,2 \text{ г} - 22,4 \text{ г} = 44,8 \text{ г} \\ n^{\text{ост}}(\text{Cd}) &= 44,8 \text{ г} : 112 \text{ г/моль} = 0,4 \text{ моль}\end{aligned}$$

- 3) С серной кислотой будет реагировать только кадмий:



Количество вещества выделяющегося водорода равно количеству вещества оставшегося кадмия.

- 4) Объём выделившегося водорода при указанных условиях:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,4 \text{ моль} \cdot 25 \text{ л/моль} = 10 \text{ л}$$

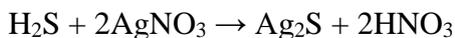
Ответ: 10

Задача 10-1.

Полисульфид натрия массой 10,3 г полностью растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора нитрата серебра, при этом

выпало 12.4 г черного осадка. Определите полисульфид. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF2).

Решение:



$\nu(\text{Ag}_2\text{S}) = 0.05$ моль, тогда $\nu(\text{Na}_2\text{S}_n) = 0.05$ моль.

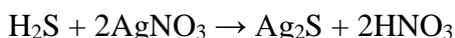
$M(\text{Na}_2\text{S}_n) = 206$ г/моль, следовательно формула полисульфида – **Na₂S₅**

Ответ: Na₂S₅

Задача 10-2.

Полисульфид натрия массой 8.1 г полностью растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора нитрата серебра, при этом выпало 7.44 г черного осадка. Определите полисульфид. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF2).

Решение:



$\nu(\text{Ag}_2\text{S}) = 0.03$ моль, тогда $\nu(\text{Na}_2\text{S}_n) = 0.03$ моль.

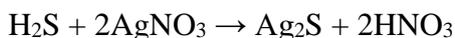
$M(\text{Na}_2\text{S}_n) = 270$ г/моль, следовательно формула полисульфида – **Na₂S₇**

Ответ: Na₂S₇

Задача 10-3.

Полисульфид натрия массой 3.57 г полностью растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора нитрата серебра, при этом выпало 3.72 г черного осадка. Определите полисульфид. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF2).

Решение:



$\nu(\text{Ag}_2\text{S}) = 0.015$ моль, тогда $\nu(\text{Na}_2\text{S}_n) = 0.015$ моль.

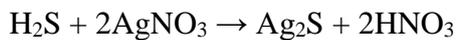
$M(\text{Na}_2\text{S}_n) = 238$ г/моль, следовательно формула полисульфида – **Na₂S₆**

Ответ: Na₂S₆

Задача 10-4.

Полисульфид натрия массой 4.35 г полностью растворили в избытке раствора соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора нитрата серебра, при этом выпало 6.2 г черного осадка. Определите полисульфид. В ответ введите его молекулярную формулу, используя латинские буквы (например, BaF2).

Решение:



$\nu(\text{Ag}_2\text{S}) = 0.025$ моль, тогда $\nu(\text{Na}_2\text{S}_n) = 0.025$ моль.

$M(\text{Na}_2\text{S}_n) = 174$ г/моль, следовательно формула полисульфида – **Na₂S₄**

Ответ: Na₂S₄