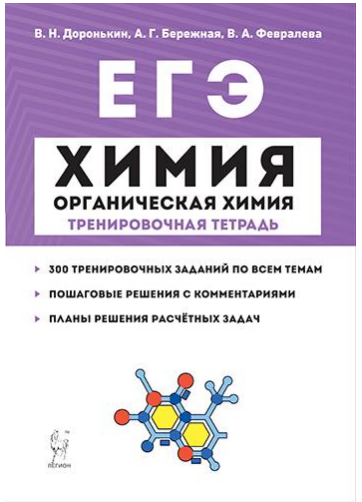
Вопрос 34 по спецификации 2021 г. Методика решения задач высокого уровня сложности

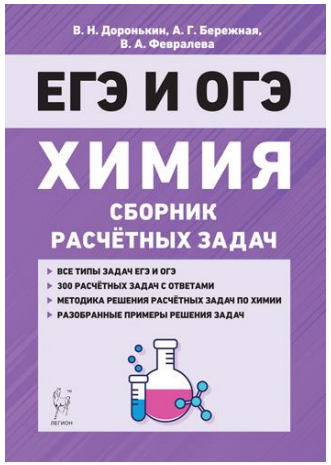
ЛЕКТОР Доронькин В.Н.

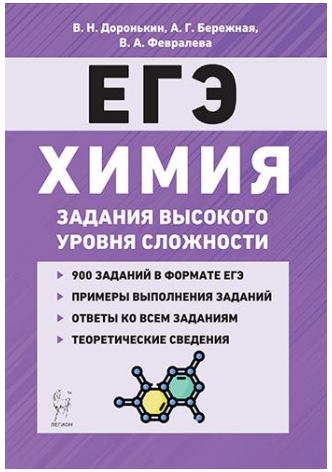
www.legionr.ru YouTube ИздательствоЛЕГИОН publishing_house_legion ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Комплект пособий для подготовки к ЕГЭ по химии

(В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева)







ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Полный ассортимент пособий на сайте www.legionr.ru

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с 0,9 моль HNO_3 …
Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора HNO_3 …
Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2.
Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, … В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. …
Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. …
Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. …
Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. …
Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). …
Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Расчётные задачи в курсе химии

Формальные расчёты

Расчёты по уравнениям реакций

1) Расчёт количества вещества по массе вещества или объёму газа и обратные задачи

($n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$; $n_г = V_{газ}/V_M$; $n_г = N/N_A$)

($P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$; $PV = nRT$)

2) Расчёты, связанные с массовой долей вещества в растворе, и обратные задачи

($\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$, $m_{р\text{-}ра} = m_{в\text{-}ва} + m_{р\text{-}ля}$; $\rho = m/V$)

3) Расчёт тепловых эффектов химических реакций и обратные задачи

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Расчётные задачи в курсе химии

Формальные расчёты

Расчёты по уравнениям реакций

I. Анализ условия

1) Составить уравнения реакций.

II. Логические связи

1) Понять главный вопрос задачи – количество какого вещества необходимо найти.

2) Определить причинно-следственные связи (с количеством каких веществ связан «главный вопрос задачи»)

III. План решения задачи

1) Определить последовательность проведения расчёта

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты, пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

Дано:

n(Cu) = 0,15 моль

n(HNO_3) = 0,9 моль

n(NaOH) = 0,9 моль

m(солей) - ?

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «**Газ**, полученный при **взаимодействии** 0,15 моль **меди с концентрированным** раствором, содержащим 0,9 моль **азотной кислоты…**

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «**Газ**, полученный при взаимодействии 0,15 моль **меди с** концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль **азотной кислоты…**

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент: ««**Газ**, полученный при взаимодействии 0,15 моль **меди** с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль **азотной кислоты** пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль **гидроксида натрия** …»

$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «**Газ**, полученный при взаимодействии 0,15 моль **меди с** концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль **азотной кислоты…**

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент: ««**Газ**, полученный при взаимодействии 0,15 моль **меди** с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль **азотной кислоты** пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль **гидроксида натрия** …»

$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

3-й фрагмент: «… Определите массы солей в образующемся растворе. …»

Химических превращений не происходит.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$
$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – найти **$NaNO_3$ и $NaNO_2$**

1) Количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ связано с количеством NO_2 и количеством NaOH.

2) Количество NO_2 связано с количеством Cu и количеством HNO_3.

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$
$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – найти **$NaNO_3$ и $NaNO_2$**

1) Количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ связано с количеством NO_2 и количеством NaOH.
2) Количество NO_2 связано с количеством Cu и количеством HNO_3.

В) **План решения задачи.**

1) Найти количество NO_2 (уравнение (1)).
2) Найти количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ (уравнение (2)).

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

В) Решение

1) Находим количество NO_2 по уравнению (1):

0,15	0,9		*x*	← **дано, найти**
Cu	+ $4HNO_{3(конц.)}$	= $Cu(NO_3)_2$	+ $2NO_2\uparrow$	+ $2H_2O$ (1)
1 моль	4 моль		2 моль	← **коэффициенты**

а) проверяем «избыток-недостаток»

(потому что известны количества обоих исходных веществ)

имеется 0,9 моль HNO_3

прореагирует 0,15·4/1 = 0,6 моль HNO_3

останется (0,9 – 0,6) = 0,3 моль HNO_3 (в избытке)

б) **x** = 0,15·2/1 = 0,3 моль NO_2

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 1. Газ, полученный при взаимодействии 0,15 моль меди с концентрированным раствором, содержащим 0,9 моль азотной кислоты пропустили через раствор, содержащий 0,9 моль гидроксида натрия. Определите массы солей в образующемся растворе.

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

В) Решение

2) Находим количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ по уравнению (2):

0,9	0,3	***x***	***x***	**← дано, найти**
$\underline{2NaOH}$	$+ \underline{2NO_2}$	$= \underline{NaNO_3}$	$+ \underline{NaNO_2}$	$+ H_2O$ (1)
2 моль	2 моль	1 моль	1 моль	**← коэффициенты**

а) проверяем «избыток-недостаток»:

имеется 0,9 моль NaOH

прореагирует $(2 \cdot 0{,}3/2) = 0{,}3$ моль NaOH

избыток $(0{,}9 - 0{,}3) = 0{,}6$ моль NaOH;

б) **x** $= 0{,}3 \cdot 1/2 = 0{,}15$ моль $NaNO_3$

$M(NaNO_3) = 85$ г/моль, $m(NaNO_3) = n \cdot M = 0{,}15 \cdot 85 = 12{,}75$ г;

в) **x** $= 0{,}3 \cdot 1/2 = 0{,}15$ моль $NaNO_2$

$M(NaNO_2) = 69$ г/моль, $m(NaNO_2) = n \cdot M = 0{,}15 \cdot 69 = 10{,}35$ г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m(Cu) = 9{,}52$ г

$V_{р\text{-}ра}(HNO_3) = 50$ мл

$\omega(HNO_3) = 78{,}21\%$, или 0,7821

$\rho_{р\text{-}ра}(HNO_3) = 1{,}45$ г/мл

$V_{р\text{-}ра}(NaOH) = 150$ мл

$\omega(NaOH) = 20\%$, или 0,2

$\rho_{р\text{-}ра}(NaOH) = 1{,}2$ г/мл

ω(солей) - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$n_г = V_{газ}/V_M$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

$\rho = m/V$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

I) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «… **Газ**, полученный при взаимодействии 9,52 г **меди** с 50 мл 81%-ного раствора **азотной кислоты** (плотность 1,45 г/мл), . …»

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

I) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «… **Газ**, полученный при взаимодействии 9,52 г **меди** с 50 мл 81%-ного раствора **азотной кислоты** (плотность 1,45 г/мл), . …»

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент: «… **Газ**, полученный при взаимодействии 9,52 г **меди** с 50 мл 81%-ного раствора **азотной кислоты** (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора **гидроксида натрия** (плотность 1,22 г/мл). …»

$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

I) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «… **Газ**, полученный при взаимодействии 9,52 г **меди** с 50 мл 81%-ного раствора **азотной кислоты** (плотность 1,45 г/мл), . …»

Составляем уравнение реакции:

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент: «… **Газ**, полученный при взаимодействии 9,52 г **меди** с 50 мл 81%-ного раствора **азотной кислоты** (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора **гидроксида натрия** (плотность 1,22 г/мл). …»

$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

3-й фрагмент: «… Определите массовые доли веществ в образующемся растворе. …»

Химических превращений не происходит.

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$
$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

II) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос задачи – **$NaNO_3$** и **$NaNO_2$**

1) Количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ связано с количеством NO_2 и количеством NaOH.

2) Количество NO_2 связано с количеством Cu и количеством HNO_3.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

$$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O \ (1)$$
$$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O \ (2)$$

II) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос задачи – **$NaNO_3$** и **$NaNO_2$**

1) Количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ связано с количеством NO_2 и количеством NaOH.
2) Количество NO_2 связано с количеством Cu и количеством HNO_3.

III) План решения задачи.

1) Найти количество вещества Cu, HNO_3 и NaOH.
2) Найти количество NO_2 (уравнение (1)).
3) Найти количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ (уравнение (2)).
4) Вычислить массу раствора.
5) Вычислить массовые доли веществ в растворе.

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

В) Решение

1) Находим количество вещества реагентов:

а) $n(Cu) = 9,52/64 = 0,15$ моль;

б) $m_{р\text{-}ра}(HNO_3) = 1,45 \cdot 50 = 72,5$ г

$m(HNO_3)_{чист.} = 0,7821 \cdot 72,5 = 56,7$ г

$n(HNO_3) = 56,7/63 = 0,9$ моль;

в) $m_{р\text{-}ра}(NaOH) = 1,2 \cdot 150 = 180$ г

$m(NaOH)_{чист.} = 0,2 \cdot 180 = 36$ г

$\omega(NaOH) = 36/40 = 0,9$ моль.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

В) Решение

2) Находим количество NO_2 по уравнению (1):

0,15	0,9		*x*	← **дано, найти**
Cu	+ $4HNO_{3(конц.)}$	= $Cu(NO_3)_2$	+ $2NO_2\uparrow$	+ $2H_2O$ (1)
1 моль	4 моль		2 моль	← **коэффициенты**

а) проверяем «избыток-недостаток»

(потому что известны количества обоих исходных веществ)

имеется 0,9 моль HNO_3

прореагирует (0,15·4/1) = 0,6 моль HNO_3

останется (0,9 – 0,6) = 0,3 моль HNO_3 (в избытке)

б) **x** = 0,15·2/1 = 0,3 моль NO_2

$M(NO_2)$ = 46 г/моль, $m(NO_2)$ = 0,3 · 46 = 13,8 г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

В) Решение

3) Находим количество $NaNO_3$ и $NaNO_2$ по уравнению (2):

0,9	0,3	***x***	***x***	**← дано, найти**
$\underline{2NaOH}$	$+ \underline{2NO_2}$	$= \underline{NaNO_3}$	$+ \underline{NaNO_2}$	$+ H_2O$ (1)
2 моль	2 моль	1 моль	1 моль	**← коэффициенты**

а) проверяем «избыток-недостаток»:

имеется 0,9 моль NaOH

прореагирует $(0{,}2 \cdot 0{,}3/2) = 0{,}3$ моль NaOH

останется (0,9 – 0,3) = 0,6 моль NaOH (избыток)

б) $n(NaNO_3) = 0{,}5n(NO_2) = 0{,}3 \cdot 1 / 2 = 0{,}15$ моль

$M(NaNO_3) = 85$ г/моль, $m(NaNO_3) = n \cdot M = 0{,}15 \cdot 85 = 12{,}75$ г;

в) $n(NaNO_2) = 0{,}5(NO_2) = 0{,}3 \cdot 1 / 2 = 0{,}15$ моль

$M(NaNO_2) = 69$ г/моль, $m(NaNO_2) = n \cdot M = 0{,}15 \cdot 69 = 10{,}35$ г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 2. Газ, полученный при взаимодействии 9,52 г меди с 50 мл 78,21%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,45 г/мл), пропустили через 150 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,2 г/мл). Определите массовые доли солей в образующемся растворе.

В) Решение

$Cu + 4HNO_{3(конц.)} = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$ (1)

$2NaOH + 2NO_2 = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O$ (2)

4) Рассчитываем массовые доли солей:

а) $m_{р\text{-}ра} = 180 + 13,8 = 193,8$ г;

б) $\omega_2(NaNO_3) = 12,75/193,8 \approx 0,0658$, или 6,58 %

$\omega_2(NaNO_2) = 10,35/193,8 \approx 0,0534$, или 5,34 %.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m_1(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) : m_2(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) = 1 : 2$

m_1(остатка) = 4 г

$m_2(H_2O) = 41{,}92$ г

ω(вещества) = 23,42%

$Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$n = V_г/V_M$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «Образец **кристаллогидрата нитрата меди(II)** разделили на две части в равном отношении. **Первую часть прокалили до постоянной массы**, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. »

$$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow \quad (1)$$

2-й фрагмент: «Вторую часть растворили в 41,92 г **воды** и провели **электролиз** полученного раствора с использованием **инертного анода**. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. »

$$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O \quad (2)$$

2-й фрагмент: «При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.»

Химических реакций нет.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

Б) Устанавливаем логические связи:

$$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow \quad (1)$$

$$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O \quad (2)$$

Главный вопрос – найти **$Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O$** , **xH_2O**

1) Количество $Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O_{(1)}$ связано с CuO (уравнение (1)).

2) Количество $Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O_{(2)}$ связано с HNO_3 (уравнение (2)).

В) План решения задачи.

Расчёты проводим по массе твёрдого остатка и $\omega_2(HNO_3)$

1) Найти количество $CuO_{(1)}$.

2) Найти количество $Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O_{(1)}$ по уравнению (1).

3) Найти количество $Cu_{(1)}$ в CuO.

4) Найти количество HNO_3 и O_2 по уравнению (2).

5) Найти количество H_2O в $Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O_{(}$.

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

Г) Решение

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow$ (1)

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O$ (2)

2) По уравнению (1):

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow$ (1)

а) M(CuO) = 80 г/моль, n(CuO) = 4/80 = 0,05 моль

б) $n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль

$M(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) = (188 + 18x)$ г/моль,

$m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 0{,}05 \cdot (188 + 18x) = (9{,}4 + 0{,}9x)$ г

в) $n(Cu)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль,

M(Cu) = 64 г/моль, m(Cu) = 0,05·64 = 3,2 г

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

Г) Решение

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow$ (1)

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O$ (2)

2) По уравнению (1):

а) $M(CuO) = 80$ г/моль, $n(CuO) = 4/80 = 0{,}05$ моль

б) $n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль

$M(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) = (188 + 18x)$ г/моль,

$m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 0{,}05 \cdot (188 + 18x) = (9{,}4 + 0{,}9x)$ г

в) $n(Cu)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0{,}05 \cdot 64 = 3{,}2$ г

3) По уравнению (2):

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O$ (2)

а) $n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(2)} = 2n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 0{,}1$ моль

$m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(2)} = 2m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 2 \cdot (9{,}4 + 0{,}9x) = (18{,}8 + 1{,}8x)$ г

$n(Cu)_{(2)} = 2n(Cu)_{(1)} = 2 \cdot 0{,}05 = 0{,}1$ моль, $m(Cu)_2 = 0{,}1 \cdot 4 = 6{,}4$ г

а) $n(HNO_3) = 2n(Cu) = 0{,}1 \cdot 4/2 = 0{,}2$ моль

$M(HNO_3) = 63$ г/моль, $m(HNO_3) = 0{,}2\ 63 = 12{,}6$ г

б) $n(O_2) = 0{,}5n(Cu) = 0{,}1 \cdot 1/2 = 0{,}05$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0{,}05 \cdot 32 = 1{,}6$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 3. Образец кристаллогидрата нитрата меди(II) разделили на две части в соотношении 1 : 2. Первую часть прокалили до постоянной массы, при этом образовалось 4 г твёрдого остатка. Вторую часть растворили в 41,92 г воды и провели электролиз полученного раствора с использованием инертного анода. Электрический ток пропускали до полного выделения металла на катоде. При этом образовался раствор с массовой долей растворённого вещества 23,42 %. Определите формулу кристаллогидрата.

Г) Решение

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O = 2CuO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow + xH_2O\uparrow$ (1)

$2Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 4HNO_3 + xH_2O$ (2)

2) По уравнению (1):

а) $M(CuO) = 80$ г/моль, $n(CuO) = 4/80 = 0{,}05$ моль

б) $n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль

$M(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) = (188 + 18x)$ г/моль,

$m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 0{,}05 \cdot (188 + 18x) = (9{,}4 + 0{,}9x)$ г

в) $n(Cu)_{(1)} = n(CuO) = 0{,}05$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0{,}05 \cdot 64 = 3{,}2$ г

3) По уравнению (2):

а) $n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(2)} = 2n(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} = 0{,}1$ моль

$m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(2)} = 2m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O)_{(1)} =$

$= 2 \cdot (9{,}4 + 0{,}9x) = (18{,}8 + 1{,}8x)$ г

$n(Cu)_{(2)} = 2n(Cu)_{(1)} = 2 \cdot 0{,}05 = 0{,}1$ моль, $m(Cu)_2$

$= 0{,}1 \cdot 64 = 6{,}4$ г

а) $n(HNO_3) = 2n(Cu) = 0{,}1 \cdot 4/2 = 0{,}2$ моль

$M(HNO_3) = 63$ г/моль, $m(HNO_3) = 0{,}2\ 63 = 12{,}6$ г

б) $n(O_2) = 0{,}5n(Cu) = 0{,}1 \cdot 1/2 = 0{,}05$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0{,}05 \cdot 32 = 1{,}6$ г

4) Находим количество воды в образце:

а) $\omega_2(HNO_3) = m_2(HNO_3)/m_{р\text{-}ра\ 2}(HNO_3)$

б) $m_{р\text{-}ра} = m(Cu(NO_3)_2 \cdot xH_2O) + m(H_2O) - m(Cu) - m(O_2) =$

$= 18{,}8 + 1{,}8x + 41{,}92 - 6{,}4 - 1{,}6 = (52{,}72 + 1{,}8x)$ г

$0{,}2342 = 12{,}6/(52{,}72 + 1{,}8x)$

$x = 0{,}6$ моль H_2O

Формула кристаллогидрата: $0{,}1Cu(NO_3)_2 \cdot 0{,}6H_2O = Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. Затем к этому раствору добавили каталитическое количество оксида марганца (IV), в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$n(H) : n(O) = 9 : 5$

$\Delta m(р\text{-}ра) = 6{,}4$ г

$\omega(H_2SO_4)$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «В холодный раствор **серной кислоты** добавили **пероксид бария**, при этом вещества **прореагировали полностью**.»

Составляем уравнение реакции:

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

2-й фрагмент: «Затем к этому раствору **добавили** каталитическое количество **оксида марганца (IV)**, в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г.»

Составляем уравнение реакции:

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

3-й фрагмент: «Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе. »

Химических реакций нет

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – найти $\mathbf{H_2SO_4}$

1) Количество H_2SO_4 связано с количеством H_2O_2 (уравнение (1)).
2) Количество H_2O_2 связано с количеством O_2 (уравнение (2)).

В) План решения задачи.

Расчёт производим по количеству O_2 и отношению атомов H : O = 9 : 5

1) Найти количество H_2O_2 по количеству кислорода (уравнение (2)).
2) Найти количество H_2SO_4 (уравнение (1)).
3) Найти количество атомов H и O в растворе I.
4) Найти массу H_2O в растворе I.
5) Найти $\omega_1(H_2SO_4)$.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)
$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

Г) Решение

2) По уравнению (2):

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

а) $M(O_2) = 32$ г/моль, $n(O_2) = 6{,}4/32 = 0{,}2$ моль

б) $n(H_2O_2) = 2n(O_2) = 2\cdot0{,}2/1 = 0{,}4$ моль

$n(H) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0{,}4 = 0{,}8$ моль

$n(O) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0{,}4 = 0{,}8$ моль

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Г) Решение

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

2) По уравнению (2):

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

а) $M(O_2) = 32$ г/моль, $n(O_2) = 6{,}4/32 = 0{,}2$ моль

б) $n(H_2O_2) = 2n(O_2) = 2\cdot0{,}2/1 = 0{,}4$ моль

$n(H) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0{,}4 = 0{,}8$ моль

$n(O) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0{,}4 = 0{,}8$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(H_2SO_4) = n(H_2O_2) = 0{,}4$ моль

$M(H_2SO_4) = 98$ г/моль, $m(H_2SO_4) = 0{,}4\cdot98 = 39{,}2$ г

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Г) Решение

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

2) По уравнению (2):

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

а) $M(O_2) = 32$ г/моль, $n(O_2) = 6,4/32 = 0,2$ моль

б) $n(H_2O_2) = 2n(O_2) = 2\cdot0,2/1 = 0,4$ моль

$n(H) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

$n(O) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(H_2SO_4) = n(H_2O_2) = 0,4$ моль

$M(H_2SO_4 = 98$ г/моль, $m(H_2SO_4) = 0,4\cdot98 = 39,2$ г

4) Пусть количество воды в растворе H_2SO_4 равна *x* моль, тогда

а) $n(H) = 2n(H_2O) = 2x$ моль

б) $n(O) = n(H_2O) = x$ моль

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Г) Решение

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

2) По уравнению (2):

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

а) $M(O_2) = 32$ г/моль, $n(O_2) = 6,4/32 = 0,2$ моль

б) $n(H_2O_2) = 2n(O_2) = 2\cdot0,2/1 = 0,4$ моль

$n(H) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

$n(O) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(H_2SO_4) = n(H_2O_2) = 0,4$ моль

$M(H_2SO_4 = 98$ г/моль, $m(H_2SO_4) = 0,4\cdot98 = 39,2$ г

4) Пусть количество воды в растворе H_2SO_4 равна *x* моль, тогда

а) $n(H) = 2n(H_2O) = 2x$ моль

б) $n(O) = n(H_2O) = x$ моль

5) Находим количество H_2O в растворе I:

$n(H) = (0,8 + 2x)$ моль, $n(O) = (0,8 + x)$ моль

$(0,8 + 2x)/(0,8 + x) = 9/5$

$5\cdot(0,8 + 2x) = 9\cdot(0,8 + x)$

$4 + 10x = 7,2 + 9x$

$x = 3,2$ моль H_2O

$M(H_2O) = 18$ г/моль, $m(H_2O) = 3,2\cdot18 = 57,6$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 4. В холодный раствор серной кислоты добавили пероксид бария, при этом вещества прореагировали полностью. В полученном растворе соотношение атомов водорода к кислороду составило 9 к 5. … в результате масса раствора уменьшилась на 6,4 г. Вычислите массовую долю серной кислоты в исходном растворе.

Г) Решение

$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + H_2O_2$ (1)

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

2) По уравнению (2):

$2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ (2)

а) $M(O_2) = 32$ г/моль, $n(O_2) = 6,4/32 = 0,2$ моль

б) $n(H_2O_2) = 2n(O_2) = 2\cdot0,2/1 = 0,4$ моль

$n(H) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

$n(O) = 2n(H_2O_2) = 2\cdot0,4 = 0,8$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(H_2SO_4) = n(H_2O_2) = 0,4$ моль

$M(H_2SO_4 = 98$ г/моль, $m(H_2SO_4) = 0,4\cdot98 = 39,2$ г

4) Пусть количество воды в растворе H_2SO_4 равна x моль, тогда

а) $n(H) = 2n(H_2O) = 2x$ моль

б) $n(O) = n(H_2O) = x$ моль

5) Находим количество H_2O в растворе I:

$n(H) = (0,8 + 2x)$ моль, $n(O) = (0,8 + x)$ моль

$(0,8 + 2x)/(0,8 + x) = 9/5$

$5\cdot(0,8 + 2x) = 9\cdot(0,8 + x)$

$4 + 10x = 7,2 + 9x$

$x = 3,2$ моль H_2O

$M(H_2O) = 18$ г/моль, $m(H_2O) = 3,2\cdot18 = 57,6$ г

6) Находим $\omega_1(H_2SO_4) = m(H_2SO_4)/(m(H_2SO_4) + m(H_2O))$

$\omega_1(H_2SO_4) = 39,2/(39,2 + 57,6) = 39,2/96,8 \approx 0,405$, или 40,5%

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

n(Na) : n(O) = 3 :2

$m_{р\text{-}ра}$(I) = 600 г

$m_{р\text{-}ра}(FeCl_3)$ = 229,6 г

$m_{р\text{-}ра}$(III) = 795 г

$\omega(Na_2CO_3)$ = 4%

$\omega_1(Na_2O)$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «Смесь **оксида и пероксида натрия**, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в **избытке углекислого газа**. »

Составляем уравнения реакции:

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \ (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \ (2)$$

2-й фрагмент: «Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. »

Составляем уравнение реакции:

Химических реакций нет

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

А) Проводим анализ условия.

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \quad (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \quad (2)$$

3-й фрагмент. «К этому **раствору** добавили 229,6 г раствора **хлорида железа(III)**. После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%.»

Составляем уравнение реакции:

$$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow \quad (3)$$

4-й фрагмент. «Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.»

Составляем уравнение реакции:

Химических реакций нет

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \quad (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow \quad (3)$$

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – найти Na_2O

1) Количество Na_2O связано с количеством Na_2CO_3 (уравнение (1)).
2) Количество Na_2O_2 связано с количеством Na_2CO_3 (уравнение (2)).
3) Количество Na_2CO_3(изб.) связано с массой раствора III.
4) Количество $Na_2CO_{3(1)+(2)}$ (прореаг. по ур-ю (3)) связано с массой раствора III.

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

Б) Устанавливаем логические связи:

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \quad (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow \quad (3)$$

Главный вопрос – найти Na_2O

1) Количество Na_2O связано с количеством Na_2CO_3 (уравнение (1)).
2) Количество Na_2O_2 связано с количеством Na_2CO_3 (уравнение (2)).
3) Количество Na_2CO_3(изб.) связано с массой раствора III.
4) Количество Na_2CO_3(прореаг. по ур-ю (3)) связано с массой раствора III.

В) План решения задачи.

Расчёт производим по концентрации и массе раствора III и по отношению атомов Na : O = 3 : 2

1) Найти количество Na_2CO_3 (изб.) (раствор (III)).
2) Найти количество Na_2CO_3 (прореагировало) (уравнение (3)).
3) Найти количество Na_2CO_3 по уравнениям (1) и (2)
4) Найти количество атомов Na и O в смеси.
5) Найти состав смеси.
6) Найти массу Na_2O в смеси.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \quad (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow \quad (3)$$

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

$m(Na_2CO_3)_{(изб.)} = 0{,}04 \cdot 795 = 31{,}8$ г

$M(Na_2CO_3) = 106$ г/моль, $n(Na_2CO_3)_{(изб.)} = 31{,}8/106 = 0{,}3$ моль

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

Г) Решение

$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)}$ (1)

$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow$ (2)

$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow$ (3)

2) Количество вещества реагентов:

$m(Na_2CO_3)_{(изб.)} = 0{,}04 \cdot 795 = 31{,}8$ г

$M(Na_2CO_3) = 106$ г/моль, $n(Na_2CO_3)_{(изб.)} = 31{,}8/106 = 0{,}3$ моль

3) По уравнению (3):

а) $m(Fe(OH)_3 + CO_2) = m_{р\text{-}ра}(Na_2CO_3)_{(1+2)} + m_{р\text{-}ра}(FeCl_3)_{доб.} - m_{р\text{-}ра}$(после реакции) =

$= 600 + 229{,}6 - 795 = 34{,}6$ г

б) пусть $n(Na_2CO_3)_{(3)} = x$ моль, тогда

$n(Fe(OH)_3) = 2x/3$ моль,

$M(Fe(OH)_3 = 107$ г/моль, $m(Fe(OH)_3)_{(3)} = 2x/3 \cdot 107 \approx 71{,}33x$ г

б) $n(CO_2) = n(Na_2CO_3)_{(3)} = x$ моль

$M(CO_2) = 44$ г/моль, $m(CO_2) = 44x$ г

в) $71{,}33x + 44x = 34{,}6$

$x \approx 0{,}3$ моль Na_2CO_3 прореагировало по уравнению (3)

4) $n(Na_2CO_3)_{(общ.)} = 0{,}3 + 0{,}3 = 0{,}6$ моль

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 5. Смесь оксида и пероксида натрия, в которой соотношение числа атомов натрия к числу атомов кислорода равно 3 : 2, нагрели в избытке углекислого газа. Продукт реакции растворили в воде и получили 600 г раствора. К этому раствору добавили 229,6 г раствора хлорида железа(III). После завершения реакции масса раствора составила 795 г, а массовая доля карбоната натрия в нём – 4%. Вычислите массу оксида натрия в исходной смеси.

Г) Решение

$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_{3(1)} \quad (1)$$

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_{3(2)} + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$3Na_2CO_{3(1)+(2)} + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow \quad (3)$$

5) Пусть в смеси x моль Na_2O и y моль Na_2O_2, тогда:

$n(Na)_{(Na2O)} = 2x$ моль, $n(O)_{(Na2O)} = x$ моль

$n(Na)_{(Na2O2)} = 2y$ моль, $n(O)_{(Na2O2)} = 2y$ моль

По условию: $n(Na)/n(O) = 3 : 2$, следовательно,

$(2x + 2y)/(x + 2y) = 3/2$

6) По уравнению (1):

$n(Na_2CO_3)_{(1)} = n(Na_2O) = x$ моль

7) По уравнению (2):

$n(Na_2CO_3)_{(2)} = n(Na_2O_2) = y$ моль

$$\begin{cases} (2x + 2y)/(x + 2y) = 3/2 \\ x + y = 0{,}6 \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 0{,}4 \text{ моль } Na_2O \\ y = 0{,}2 \text{ моль } Na_2O_2 \end{cases}$$

$M(Na_2O) = 62$ г/моль, $m(Na_2O) = 0{,}4 \cdot 62 = 24{,}8$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m_{см.}(ZnCl_2 + AgNO_3) = 47,6$ г

$m(H_2O) = 200$ г

$m_{р\text{-}ра}(NaOH) = 80$ г

$\omega_1(NaOH) = 30\%$

$\omega_2(NaOH)$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «Твёрдую смесь **хлорида цинка** **и** **нитрата серебра** общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. »

Составляем уравнения реакции:

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

2-й фрагмент: «К полученному **раствору** добавили 80 г 30%-ного раствора **гидроксида натрия**. »

Составляем уравнение реакции:

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

3-й фрагмент: «Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе. »

Химических реакций нет.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Б) Устанавливаем логические связи:

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

Главный вопрос – найти **NaOH**

1) Количество NaOH связано с количеством $Zn(NO_3)_2$ (уравнение (2)).
2) Количество $Zn(NO_3)_2$ связано с количеством $ZnCl_2$ и $AgNO_3$ (уравнение (1)).

В) План решения задачи.

1) Найти количество $ZnCl_2$ и количество $AgNO_3$.
2) Найти количество $Zn(NO_3)_2$ по уравнению (1).
3) Найти количество AgCl по уравнению (1).
4) Найти количество NaOH.
5) Найти количество NaOH (избыток) (по уравнению (2)).
6) Найти массовую долю NaOH после реакции ($\omega_2(NaOH)$).

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Г) Решение

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

2) По уравнению (1) (состав смеси, количество $ZnCl_2$ и $AgNO_3$):

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

Пусть в смеси находится *x* моль $ZnCl_2$, тогда

а) $M(ZnCl_2) = 136$ г/моль, $m(ZnCl_2) = 136x$ г

б) $n(AgNO_3) = 2n(ZnCl_2) = x \cdot 2/1 = 2x \cdot$моль,

$M(AgNO_3) = 170$ г/моль, $m(AgNO_3) = 2x \cdot 170 = 340x$ г

в) $136x + 340x = 47,6$

$476x = 47,6$, $x = 0,1$ моль $ZnCl_2$

$n(AgNO_3) = 0,1 \cdot 2 = 0,2$ моль

г) $n(AgCl) = n(AgNO_3) = 0,2$ моль

$M(AgCl) = 143,5$ г/моль, $m(AgCl)) = 0,2 \cdot 143,5 = 28,7$ г

д) $n(Zn(NO_3)_2) = n(ZnCl_2) = 0,1$ моль

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Г) Решение

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

2) По уравнению (1) (состав смеси, количество $Zn(NO_3)_2$ и AgCl):

Пусть в смеси находится *x* моль $ZnCl_2$, тогда

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

а) $M(ZnCl_2) = 136$ г/моль, $m(ZnCl_2) = 136x$ г

б) $n(AgNO_3) = 0{,}5n(ZnCl_2) = x\cdot 2/1 = 2x$·моль,

$M(AgNO_3) = 170$ г/моль, $m(AgNO_3) = 2x\cdot 170 = 340x$ г

в) $136x + 340x = 47{,}6$

$476x = 47{,}6$, $x = 0{,}1$ моль $ZnCl_2$

$n(AgNO_3) = 0{,}1\cdot 2 = 0{,}2$ моль

г) $n(AgCl) = n(AgNO_3) = 0{,}2$ моль

$M(AgCl) = 143{,}5$ г/моль,

$m(AgCl)) = 0{,}2\cdot 143{,}5 = 28{,}7$ г

д) $n(Zn(NO_3)_2) = n(ZnCl_2) = 0{,}1$ моль

3) По уравнению (2):

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

а) $m(NaOH)_{чист.} = 0{,}3\cdot 80 = 24$ г

$M(NaOH) = 40$ г/моль, $n(NaOH) = 24/40 = 0{,}6$ моль

б) имеется 0,6 моль NaOH

прореагирует $(0{,}1\cdot 4/1) = 0{,}4$ моль NaOH

останется $(0{,}6 – 0{,}4) = 0{,}2$ моль NaOH

$m(NaOH)_{(изб.)} = 0{,}2\cdot 40 = 8$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 6. Твёрдую смесь хлорида цинка и нитрата серебра общей массой 47,6 г добавили к 200 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов серебра, ни хлорид-ионов. К полученному раствору добавили 80 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовую долю гидроксида натрия в конечном растворе.

Г) Решение

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

$Zn(NO_3)_2 + 4NaOH = Na_2[Zn(OH)_4] + 2NaNO_3$ (2)

2) По уравнению (1) (состав смеси, количество $Zn(NO_3)_2$ и AgCl):

Пусть в смеси находится *x* моль $ZnCl_2$, тогда

$ZnCl_2 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ (1)

а) $M(ZnCl_2) = 136$ г/моль, $m(ZnCl_2) = 136x$ г

б) $n(AgNO_3) = 0{,}5n(ZnCl_2) = x\cdot 2/1 = 2x$·моль,

$M(AgNO_3) = 170$ г/моль, $m(AgNO_3) = 2x\cdot 170 = 340x$ г

в) $136x + 340x = 47{,}6$

$476x = 47{,}6$, $x = 0{,}1$ моль $ZnCl_2$

$n(AgNO_3) = 0{,}1\cdot 2 = 0{,}2$ моль

г) $n(AgCl) = n(AgNO_3) = 0{,}2$ моль

$M(AgCl) = 143{,}5$ г/моль,

$m(AgCl)) = 0{,}2\cdot 143{,}5 = 28{,}7$ г

д) $n(Zn(NO_3)_2) = n(ZnCl_2) = 0{,}1$ моль

3) По уравнению (3):

а) $m(NaOH)_{чист.} = 0{,}3\cdot 80 = 24$ г

$M(NaOH) = 40$ г/моль, $n(NaOH) = 24/40 = 0{,}6$ моль

б) имеется 0,6 моль NaOH

прореагирует $(0{,}1\cdot 4/1) = 0{,}4$ моль NaOH

останется $(0{,}6 – 0{,}4) = 0{,}2$ моль NaOH

$m(NaOH)_{(изб.)} = 0{,}2\cdot 40 = 8$ г

4) $m_{р\text{-}ра} = m_{смеси}(ZnCl_2 + AgNO_3) + m(H_2O) – m(AgCl) + m_{р\text{-}ра}(NaOH) =$

$= 47{,}6 + 200 – 28{,}7 + 80 = 298{,}9$ г

$\omega_2(NaOH) = 8/298{,}9 \approx 0{,}0268$, или 2,68%

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m_{р\text{-}ра}(CuSO_4) = 640$ г

$\omega(CuSO_4) = 20\%$

$V(газ) = 13{,}44$ л

$m(Fe) = 56$ г

$\omega_2(FeSO_4)$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$n = V_г/V_M$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «Через 640 г 20%-ного **раствора сульфата меди(II)** пропускали **электрический ток** до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. »

Составляем уравнения реакции:

$$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4 \ (1)$$

$$2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow \ (2)$$

2-й фрагмент: «К образовавшемуся **раствору** добавили 56 г **железа**. »

Составляем уравнение реакции:

$$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2 \ (3)$$

$$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow \ (4)$$

3-й фрагмент: «Определите массовую долю соли в полученном растворе. »

Химических реакций нет.

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + \boxed{O_2\uparrow} + 2H_2SO_4$ (1)

$2H_2O = 2H_2\uparrow + \boxed{O_2\uparrow}$ (2)

$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2$ (3)

$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$ (4)

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – найти **$FeSO_4$.**

1) Количество $FeSO_4$ связано с $H_2SO_{4(обр.)}$ и Fe (уравнение (3)).
2) Количество H_2SO_4 связано с количеством $CuSO_{4(прореаг.)}$ (уравнение (1)).

В) План решения задачи.

1) Найти количество $CuSO_4$, O_2 и Fe.
2) Найти количество H_2SO_4 по уравнению (1).
3) Найти количество $FeSO_4$ и H_2 по уравнению (3).
4) Найти количество Cu по уравнению (1).
5) Найти количество H_2 по уравнению (2).
6) Найти $\omega_2(FeSO_4)$ после реакции.

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + \boxed{O_2\uparrow} + 2H_2SO_4$ (1)

$2H_2O = 2H_2\uparrow + \boxed{O_2\uparrow}$ (2)

$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2$ (3)

$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$ (4)

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

а) $m(CuSO_4)_{чист.} = 0,2 \cdot 640 = 128$ г

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль, $n(CuSO_4)_{исх.} = 128/160 = 0,8$ моль

б) $n(O_2) = 13,44/22,4 = 0,6$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0,6 \cdot 32 = 19,2$ г

в) $M(Fe) = 56$ г/моль, $n(56) = 56/56 = 1$ моль

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + \boxed{O_2\uparrow} + 2H_2SO_4$ (1)

$2H_2O = 2H_2\uparrow + \boxed{O_2\uparrow}$ (2)

$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2$ (3)

$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$ (4)

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

а) $m(CuSO_4)_{чист.} = 0,2 \cdot 640 = 128$ г

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль, $n(CuSO_4)_{исх.} = 128/160 = 0,8$ моль

б) $n(O_2) = 13,4422,4 = 0,6$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0,6 \cdot 32 = 19,2$ г

в) $M(Fe) = 56$ г/моль, $n(Fe) = 56/56 = 1$ моль

3) По уравнению (1):

Т.к. $n(O_2) > 0,5n(CuSO_4)$ (0,8/2 = 0,4 моль), то электролиз продолжался до полного расходования $CuSO_4$ (по уравнению (1)), после чего начался электролиз воды (уравнение (2)). По уравнению (4) реакция не протекает.

а) $n(Cu) = n(CuSO_4) = 0,8$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0,8 \cdot 64 = 27,2$ г

б) $n(H_2SO_4)_{(обр.)} = n(CuSO_4) = 0,8$ моль

в) $n(O_2)_{(1)} = 0,5n(CuSO_4) = 0,8 \cdot 1/2 = 0,4$ моль

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

а) $m(CuSO_4)_{чист.} = 0,2 \cdot 640 = 128$ г

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль, $n(CuSO_4)_{исх.} = 128/160 = 0,8$ моль

б) $n(O_2) = 13,4422,4 = 0,6$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0,6 \cdot 32 = 19,2$ г

в) $M(Fe) = 56$ г/моль, $n(Fe) = 56/56 = 1$ моль

$$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4 \quad (1)$$

$$2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2 \quad (3)$$

$$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow \quad (4)$$

3) По уравнению (1):

а) $n(Cu) = n(CuSO_4) = 0,8$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0,8 \cdot 64 = 27,2$ г

б) $n(H_2SO_4)_{(обр.)} = n(CuSO_4) = 0,8$ моль

в) $n(O_2)_{(1)} = 0,5n(CuSO_4) = 0,8 \cdot 1/2 = 0,4$ моль

4) По уравнению (2):

а) $n(O_2)_{(2)} = 0,6 – 0,4 = 0,2$ моль

б) $n(H_2) = 2n(O_2) = 2 \cdot 0,2/1 = 0,4$ моль

$M(H_2) = 2$ г/моль, $m(H_2) = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ г

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4$ (1)

$2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$ (2)

$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2$ (3)

$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow$ (4)

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

а) $m(CuSO_4)_{чист.} = 0,2 \cdot 640 = 128$ г

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль, $n(CuSO_4)_{исх.} = 128/160 = 0,8$ моль

б) $n(O_2) = 13,4422,4 = 0,6$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0,6 \cdot 32 = 19,2$ г

в) $M(Fe) = 56$ г/моль, $n(Fe) = 56/56 = 1$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(Cu) = n(CuSO_4) = 0,8$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0,8 \cdot 64 = 27,2$ г

б) $n(H_2SO_4)_{(обр.)} = n(CuSO_4) = 0,8$ моль

в) $n(O_2)_{(1)} = 0,5n(CuSO_4) = 0,8 \cdot 1/2 = 0,4$ моль

4) По уравнению (2):

а) $n(O_2)_{(2)} = 0,6 – 0,4 = 0,2$ моль

б) $n(H_2) = 2n(O_2) = 2 \cdot 0,2/1 = 0,4$ моль

$M(H_2) = 2$ г/моль, $m(H_2) = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ г

5) По уравнению (3):

а) имеется 1 моль Fe

прореагирует $(0,8 \cdot 1/1) = 0,8$ моль Fe

останется $(1 – 0,8) = 0,2$ моль Fe

$m(Fe)_{(прореаг.)} = 0,8 \cdot 56 = 44,8$ г

в) $n(H_2) = n(H_2SO_4)_{обр.)} = 0,8$ моль

$m(H_2) = 0,8 \cdot 2 = 1,6$ г

г) $n(FeSO_4)_{(обр.)} = n(H_2SO_4)_{(обр.)} = 0,8$ моль

$M(FeSO_4) = 152$ г/моль, $m(FeSO_4)_{(обр.)} =$

$= 0,8 \cdot 152 = 121,6$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 7. Через 640 г 20%-ного раствора сульфата меди(II) пропускали электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 13,44 л (н.у.) газа. К образовавшемуся раствору добавили 56 г железа. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

Г) Решение

2) Количество вещества реагентов:

а) $m(CuSO_4)_{чист.} = 0,2 \cdot 640 = 128$ г

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль, $n(CuSO_4)_{исх.} = 128/160 = 0,8$ моль

б) $n(O_2) = 13,4422,4 = 0,6$ моль

$M(O_2) = 32$ г/моль, $m(O_2) = 0,6 \cdot 32 = 19,2$ г

в) $M(Fe) = 56$ г/моль, $n(Fe) = 56/56 = 1$ моль

3) По уравнению (1):

а) $n(Cu) = n(CuSO_4) = 0,8$ моль,

$M(Cu) = 64$ г/моль, $m(Cu) = 0,8 \cdot 64 = 27,2$ г

б) $n(H_2SO_4)_{(обр.)} = n(CuSO_4) = 0,8$ моль

в) $n(O_2)_{(1)} = 0,5n(CuSO_4) = 0,8 \cdot 1/2 = 0,4$ моль

$$2CuSO_4 + 2H_2O = 2Cu\downarrow + O_2\uparrow + 2H_2SO_4 \quad (1)$$

$$2H_2O = 2H_2\uparrow + O_2\uparrow \quad (2)$$

$$H_2SO_{4(обр.)} + Fe = FeSO_4 + H_2 \quad (3)$$

$$CuSO_{4(ост.)} + Fe = FeSO_4 + Cu\downarrow \quad (4)$$

4) По уравнению (2):

а) $n(O_2)_{(2)} = 0,6 – 0,4 = 0,2$ моль

б) $n(H_2) = 2n(O_2) = 2 \cdot 0,2/1 = 0,4$ моль

$M(H_2) = 2$ г/моль, $m(H_2) = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ г

5) По уравнению (3):

а) имеется 1 моль Fe

прореагирует $(0,8 \cdot 1/1) = 0,8$ моль Fe

останется $(1 – 0,8) = 0,2$ моль Fe

$m(Fe)_{(прореаг.)} = 0,8 \cdot 56 = 44,8$ г

в) $n(H_2) = n(H_2SO_4)_{обр.)} = 0,8$ моль

$m(H_2) = 0,8 \cdot 2 = 1,6$ г

г) $n(FeSO_4)_{(обр.)} = n(H_2SO_4)_{(обр.)} = 0,8$ моль

$M(FeSO_4) = 152$ г/моль, $m(FeSO_4)_{(обр.)} = 0,8 \cdot 152 = 121,6$ г

6) $m_{р\text{-}ра}(FeSO_4)_{после\ реакции} = m_{р\text{-}ра}(CuSO_4) – m(Cu) – m(O_2)_{(общ.)} – m(H_2)_{(2)} + m(Fe)_{(прореаг.)} – m(H_2)_{(3)} =$

$= 640 – 27,2 – 19,2 – 0,8 + 44,8 – 1,6 = 636$ г

$\omega_2(FeSO_4) = 121,6/6362 \approx 0,1912$, или 19,12%

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m_{р\text{-}ра}(HNO_3) = 500$ г

$V_{см.}(NO + NO_2) = 20{,}16$ л

$n(O) : n(N) = 5 : 3$

ω_2 (соль) - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$n = V_г/V_M$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

А) Проводим анализ условия.

Разбиваем условие на смысловые фрагменты, выделяем ключевые слова и понятия, и составляем уравнения реакций (химическая часть задачи).

1-й фрагмент: «**Железную** пластину полностью растворили в 500 г раствора **азотной кислоты**. При этом **выделилась** смесь **оксида азота(II)** и **оксида азота(IV)** общим объемом 20,16 л (н.у.). »

Составляем уравнения реакции:

$Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$ (1)

$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

2-й фрагмент: «Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе»

Химических реакций нет.

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

Б) Устанавливаем логические связи:

$$\boxed{Fe} + 4HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{NO} + 2H_2O \ (1)$$

$$\boxed{Fe} + 6HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{3NO_2} + 3H_2O \ (2)$$

Главный вопрос – найти $\mathbf{Fe(NO_3)_3}$.

1) Количество $Fe(NO_3)_{3(1)}$ связано с NO (уравнение (1)).

2) Количество $Fe(NO_3)_{3(2)}$ связано с NO_2 (уравнение (2)).

В) План решения задачи.

Расчёты проводим по объёму выделившегося газа и соотношению n(O) : n(N) = 5 : 3

1) Найти количество NO и NO_2 в смеси.

2) Найти количество $Fe_{(1)}$ и $Fe(NO_3)_{3(1)}$ по уравнению (1).

3) Найти количество $Fe_{(2)}$ и $Fe(NO_3)_{3(2)}$ по уравнению (2).

4) Найти $\omega_2(Fe(NO_3)_3)$ после реакции.

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

Г) Решение

$$\boxed{Fe} + 4HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{NO} + 2H_2O \ (1)$$

$$\boxed{Fe} + 6HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{3NO_2} + 3H_2O \ (2)$$

2) Находим количественный состав смеси.

Пусть по уравнению (1) прореагировало ***x*** моль Fe,

по уравнению (2) – ***y*** моль, тогда:

а) По уравнению (1):

$n(NO) = n(Fe) = x$ моль

$V(NO) = 22{,}4x$ л

$n(N) = n(NO) = x$ моль

$n(O) = n(NO) = x$ моль

б) По уравнению (2):

$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

$n(NO_2) = 3n(Fe) = 3y$ моль

$V(NO_2) = 3 \cdot 22{,}4y = 67{,}2y$ л

$n(N) = n(NO_2) = 3y$ моль

$n(O) = 2n(NO_2) = 6y$ моль

в) Составляем и решаем систему уравнений:

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

Г) Решение

$$\boxed{Fe} + 4HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{NO} + 2H_2O \ (1)$$

$$\boxed{Fe} + 6HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{3NO_2} + 3H_2O \ (2)$$

2) Находим количественный состав смеси.

Пусть по уравнению (1) прореагировало *x* моль Fe,

по уравнению (2) – *y* моль, тогда:

а) По уравнению (1):

$n(NO) = n(Fe) = x$ моль

$V(NO) = 22{,}4x$ л

$n(N) = n(NO) = x$ моль

$n(O) = n(NO) = x$ моль

б) По уравнению (2):

$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

$n(NO_2) = 3n(Fe) = 3y$ моль

$V(NO_2) = 3 \cdot 22{,}4y = 67{,}2y$ л

$n(N) = n(NO_2) = 3y$ моль

$n(O) = 2n(NO_2) = 6y$ моль

в) Составляем и решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 22{,}4x + 67{,}2y = 20{,}16 \\ (x + 6y)/(x + 3y) = 5/3 \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 0{,}3 \text{ моль Fe} \\ y = 0{,}2 \text{ моль Fe} \end{cases}$$

г) $n(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}3 + 0{,}2 = 0{,}5$ моль

$M(Fe) = 56$ г/моль, $m(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}5 \cdot 56 = 28$ г

д) $M(NO) = 30$ г/моль, $m(NO) = 0{,}3 \cdot 30 = 9$ г

е) $M(NO_2) = 46$ г/моль, $m(NO_2) = 3 \cdot 0{,}2 \cdot 46 = 27{,}6$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

$$\boxed{Fe} + 4HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{NO} + 2H_2O \ (1)$$

$$\boxed{Fe} + 6HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{3NO_2} + 3H_2O \ (2)$$

Г) Решение

2) Находим количественный состав смеси.

Пусть по уравнению (1) прореагировало *x* моль Fe,

по уравнению (2) – *y* моль, тогда:

а) По уравнению (1):

$n(NO) = n(Fe) = x$ моль

$V(NO) = 22{,}4x$ л

$n(N) = n(NO) = x$ моль

$n(O) = n(NO) = x$ моль

б) По уравнению (2):

$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

$n(NO_2) = 3n(Fe) = 3y$ моль

$V(NO_2) = 3 \cdot 22{,}4y = 67{,}2y$ л

$n(N) = n(NO_2) = 3y$ моль

$n(O) = 2n(NO_2) = 6y$ моль

в) Составляем и решаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 22{,}4x + 67{,}2y = 20{,}16 \\ (x + 6y)/(x + 3y) = 5/3 \end{cases} \qquad \begin{cases} x = 0{,}3 \text{ моль Fe} \\ y = 0{,}2 \text{ моль Fe} \end{cases}$$

г) $n(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}3 + 0{,}2 = 0{,}5$ моль

$M(Fe) = 56$ г/моль, $m(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}5 \cdot 56 = 28$ г

д) $M(NO) = 30$ г/моль, $m(NO) = 0{,}3 \cdot 30 = 9$ г

е) $M(NO_2) = 46$ г/моль, $m(NO_2) = 3 \cdot 0{,}2 \cdot 46 = 27{,}6$

3) По уравнениям (1) и (2):

$n(Fe(NO_3)_3)_{(1)+(2)} = n(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}5$ моль

$M(Fe(NO_3)_3) = 242$ г/моль, $m(Fe(NO_3)_3) = 0{,}5 \cdot 242 = 121$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 8. Железную пластину полностью растворили в 500 г раствора азотной кислоты. При этом выделилась смесь оксида азота(II) и оксида азота(IV) общим объемом 20,16 л (н.у.). Соотношение атомов кислорода к атомам азота в этой газовой смеси соответственно равно 5:3. Вычислите массовую долю соли в растворе.

$$\boxed{Fe} + 4HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{NO} + 2H_2O \ (1)$$

$$\boxed{Fe} + 6HNO_3 = \boxed{Fe(NO_3)_3} + \boxed{3NO_2} + 3H_2O \ (2)$$

Г) Решение

2) Находим количественный состав смеси.

Пусть по уравнению (1) прореагировало *x* моль Fe,

по уравнению (2) – *y* моль, тогда:

а) По уравнению (1):

$n(NO) = n(Fe) = x$ моль

$V(NO) = 22{,}4x$ л

$n(N) = n(NO) = x$ моль

$n(O) = n(NO) = x$ моль

б) По уравнению (2):

$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

$n(NO_2) = 3n(Fe) = 3y$ моль

$V(NO_2) = 3\cdot 22{,}4y = 67{,}2y$ л

$n(N) = n(NO_2) = 3y$ моль

$n(O) = 2n(NO_2) = 6y$ моль

в) Составляем и решаем систему уравнений:

$x = 0{,}9 - 3\cdot 0{,}2 = 0{,}3$ моль Fe

$y = 0{,}2$ моль Fe

г) $n(Fe) = 0{,}3 + 0{,}2 = 0{,}5$ моль

$m(Fe) = 0{,}5\cdot 56 = 28$ г

д) $M(NO) = 30$ г/моль, $m(NO) = 0{,}3\cdot 30 = 9$ г

е) $M(NO_2) = 46$ г/моль, $m(NO_2) = 3\cdot 0{,}2\cdot 46 = 27{,}6$

3) По уравнениям (1) и (2):

$n(Fe(NO_3)_3)_{(1)+(2)} = n(Fe)_{(1)+(2)} = 0{,}5$ моль

$M(Fe(NO_3)_3) = 242$ г/моль, $m(Fe(NO_3)_3) = 0{,}5\cdot 242 = 121$ г

8) $m_{р\text{-}ра} = m(Fe)_{(1)+(2)} + m_{р\text{-}ра}(HNO_3) - m(NO) - m(NO_2) =$

$= 28 + 500 - 9 - 27{,}6 = 491{,}4$ г

$\omega_2(Fe(NO_3)_3) = 121/491{,}4 \approx 0{,}2462$, или 24,62%

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9 Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.
В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Дано:

$m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 20$ г
$\omega(CuSO_4) = 20\% = 0,2$
$m(Zn) = 9,1$ г
$m_{р\text{-}ра}(K_2S) = 200$ г
$\omega_1(K_2S) = 11\%$
$\omega_2(K_2S)$ - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$n = m_{в\text{-}ва}/M_{в\text{-}ва}$

$\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра}$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

А) Проводим анализ условия.

1-й фрагмент. «**Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)** массой 20 г **растворили в воде** и получили **раствор** с массовой долей **соли** 20 %. ».

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O \ (1)$$

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

А) Проводим анализ условия.

1-й фрагмент. «**Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)** массой 20 г **растворили в воде** и получили **раствор** с массовой долей **соли** 20 %. ».

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент. «**К** этому **раствору** добавили 9,1 г **цинка**».

$$CuSO_4 + Zn = Cu\downarrow + ZnSO_4 \ (2)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

А) Проводим анализ условия.

1-й фрагмент. «**Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)** массой 20 г **растворили в воде** и получили **раствор** с массовой долей **соли** 20 %. ».

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент. «**К** этому **раствору** добавили 9,1 г **цинка**».

$$CuSO_4 + Zn = Cu\downarrow + ZnSO_4 \ (2)$$

3-й фрагмент. «К этому раствору добавили 9,1 г цинка и **после завершения реакции** ещё 200 г 11 %-ного раствора **сульфида калия**».

$$ZnSO_4 + K_2S = ZnS\downarrow + K_2SO_4 \ (3)$$

и, если $CuSO_4$ прореагировал не полностью, то

$$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4 \ (4)$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

А) Проводим анализ условия.

1-й фрагмент. «**Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)** массой 20 г **растворили в воде** и получили **раствор** с массовой долей **соли** 20 %. ».

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O \ (1)$$

2-й фрагмент. «**К** этому **раствору** добавили 9,1 г **цинка**».

$$CuSO_4 + Zn = Cu\downarrow + ZnSO_4 \ (2)$$

3-й фрагмент. «К этому раствору добавили 9,1 г цинка и **после завершения реакции** ещё 200 г 11 %-ного раствора **сульфида калия**».

$$ZnSO_4 + K_2S = ZnS\downarrow + K_2SO_4 \ (3)$$

и, если $CuSO_4$ прореагировал не полностью, то

$$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4 \ (4)$$

4-й фрагмент. «Определите **массовую долю сульфида калия** в конечном растворе».

$$\omega_2(K_2S) = \frac{m_2(K_2S)}{m_{р-ра}(K_2S)}$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

Б) Устанавливаем логические связи:

Главный вопрос – количество K_2S (избыток).

1) Количество K_2S связано с количеством $ZnSO_4$ и $CuSO_4$(?)

2) Количество $ZnSO_4$ связано с количеством Zn и $CuSO_4$

3) Количество Cu связано с количеством Zn и $CuSO_4$

4) Количество $CuSO_4$ связано с количеством $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

5)

$$\omega_2(K_2S) = \frac{m_2(K_2S)}{m_{р-ра}(K_2S)} = \frac{m(K_2S)_{осталось}}{m(CuSO_4)_{р-р} + m(Zn)_{прореаг.} - m(Cu) + m(K_2S)_{р-р} - m(ZnS)}$$

6) $m_{р\text{-}ра}(CuSO_4)$ связана с количеством $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

В) **План решения задачи.**

1) По количеству $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ найти количество $CuSO_4$ (ур. 1)
2) По количеству $CuSO_4$ и Zn найти количество $ZnSO_4$ (ур. 2)
3) По количеству $ZnSO_4$ найти количество K_2S (избыток) (ур. 3)
4) Вычислить $\omega_2(K_2S)$.

$$\omega_2(K_2S) = \frac{m_2(K_2S)}{m_{р-ра}(K_2S)} = \frac{m(K_2S)_{осталось}}{m(CuSO_4)_{р-р} + m(Zn)_{прореаг.} - m(Cu) + m(K_2S)_{р-р} - m(ZnS)}$$

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

Решение

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

1) Находим количество вещества $CuSO_4$ и массу полученного раствора сульфата меди(II):

а) $M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250$ г/моль;

$n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 20/250 = 0{,}08$ моль

б) По уравнению (1):

$n(CuSO_4) = n(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 0{,}08$ моль

$M(CuSO_4) = 160$ г/моль; $m(CuSO_4) = 0{,}08 \cdot 160 = 12{,}8$ г

$m_{р\text{-}ра} = m_{в\text{-}ва}/\omega$; $m_{р\text{-}ра}(CuSO_4) = 12{,}8/0{,}2 = 64$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

Решение

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

3) По уравнению (2):

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

а) M(Zn) = 65 г/моль; n(Zn) = 9,1/65 = 0,14 моль

б) имеется 0,14 моль Zn

прореагирует (0,08·1/1) = 0,08 моль Zn

останется (0,14 – 0,08) = 0,06 моль Zn (избыток)),

по уравнению (4) реакция не протекает

$m(Zn)_{прореагир.} = 0,08 \cdot 65 = 5,2$ г

в) $n(ZnSO_4) = n(CuSO_4) = 0,08$ моль

г) $n(Cu) = n(CuSO_4) = 0,08$ моль

$m(Cu) = 0,08 \cdot 64 = 5,12$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)

$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

4) По уравнению (3):

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

а) $m(K_2S)_{чист.} = 0{,}11 \cdot 200 = 22$ г

$M(K_2S) = 110$ г/моль; $n(K_2S) = 22/110 = 0{,}2$ моль

б) имеется 0,2 моль K_2S

прореагирует 0,08 моль K_2S

останется $(0{,}2 – 0{,}08) = 0{,}12$ моль K_2S

$m(K_2S)_{избыток} = 0{,}12 \cdot 110 = 13{,}2$ г

в) $n(ZnS) = n(ZnSO_4) = 0{,}08$ моль

$M(ZnS) = 97$ г/моль; $m(ZnS) = 0{,}08 \cdot 97 = 7{,}76$ г

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

Пример 9. Медный купорос ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) массой 20 г растворили в воде и получили раствор с массовой долей соли 20 %. К этому раствору добавили 9,1 г цинка и после завершения реакции ещё 200 г 11 %-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю сульфида калия в конечном растворе.

$\underline{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \underline{CuSO_4} + 5H_2O$ (1)
$\underline{CuSO_4} + \underline{Zn} = Cu\downarrow + \underline{ZnSO_4}$ (2)
$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)
$CuSO_4 + K_2S = CuS\downarrow + K_2SO_4$ (4)

4) По уравнению (3):

$\underline{ZnSO_4} + \underline{K_2S} = ZnS\downarrow + K_2SO_4$ (3)

а) $m(K_2S)_{чист.} = 0{,}11 \cdot 200 = 22$ г

$M(K_2S) = 110$ г/моль; $n(K_2S) = 22/110 = 0{,}2$ моль

б) имеется 0,2 моль K_2S

прореагирует 0,08 моль K_2S

останется $(0{,}2 – 0{,}08) = 0{,}12$ моль K_2S

$m(K_2S)_{избыток} = 0{,}12 \cdot 110 = 13{,}2$ г

в) $n(ZnS) = n(ZnSO_4) = 0{,}08$ моль

$M(ZnS) = 97$ г/моль; $m(ZnS) = 0{,}08 \cdot 97 = 7{,}76$ г

5) Вычисляем массовую долю K_2S в полученном растворе:

а) $m_{р\text{-}ра} = m_{р\text{-}ра}(CuSO_4) + m_{р\text{-}ра}(K_2S) + m(Zn)_{прореаг.} — m(Cu) — m(ZnS)$

$m_{р\text{-}ра} = 64 + 200 + 5{,}2 – 5{,}12 – 7{,}76 = 256{,}32$ г

б) $\omega = m_{в\text{-}ва}/m_{р\text{-}ра} = 13{,}2/256{,}32 \approx 0{,}0515$, или 5,15 %

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

СКИДКА 30%
НА ВСЕ ПОСОБИЯ ПО ХИМИИ

Скидка действует до 4 февраля

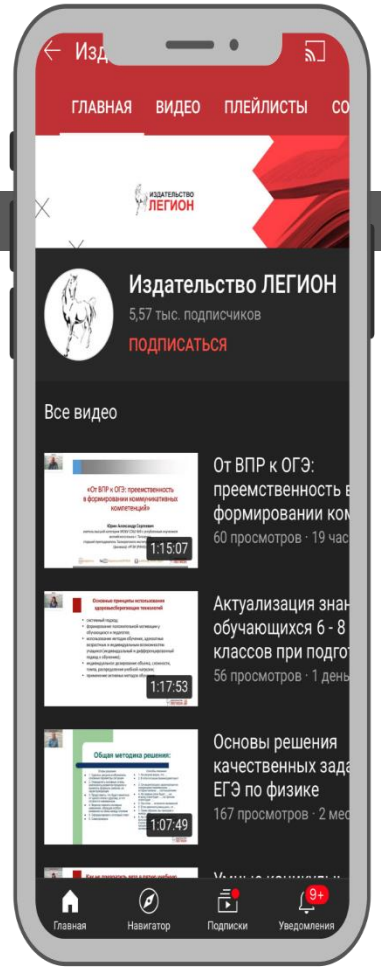
При заказе в нашем интернет-магазине www.legionr.ru ввести код:

ЗАДАЧА34ХИМИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

ОНЛАЙН-ОБУЧЕНИЕ

ВИДЕОУРОКИ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ подготовка к ЕГЭ и ОГЭ
на канале издательства «Легион» www.youtube.com



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН

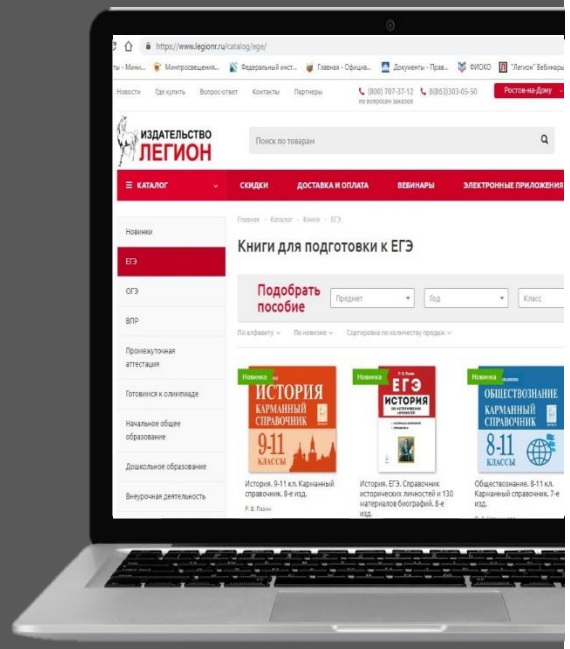
ЗАКАЗЫВАЙТЕ В ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЕ ИЛИ ПРИОБРЕТАЙТЕ В МАГАЗИНАХ ГОРОДА

Издательство «Легион» купить

Официальный интернет-магазин издательства «Легион» www.legionr.ru
Бесплатная доставка при заказе от 1500 руб.

Интернет-магазины www.ozon.ru , www.labirint.ru

Книжные магазины города где купить



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛЕГИОН