

Закон постоянства состава

Каждое чистое вещество
независимо от способа его
получения всегда имеет постоянный
качественный и количественный
состав.



**Жозеф Луи
Пруст**

1754 - 1826 гг.

Впервые сформулировал закон
постоянства состава.



**Жозеф Луи
Пруст**

1754 - 1826 гг.

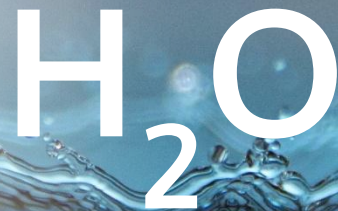
«От одного полюса Земли до другого соединения имеют одинаковый состав и одинаковые свойства. Никакой разницы нет между оксидом железа из Южного полушария и Северного. Малахит из Сибири имеет тот же состав, как и малахит из Испании. Во
арь».



Закон постоянства состава полностью справедлив для веществ молекулярного строения и не всегда выполняется для веществ немолекулярного строения.



Качественный и количественный состав вещества отображается с помощью химических формул.



Химическая формула

обозначает

Определенное химическое соединение

Название соединения

Одну молекулу вещества

1 моль вещества

Химическая формула

отображает

Качественный состав вещества: атомы каких
элементов входят в состав вещества

Количественный состав: число атомов каждого
элемента в составе молекулы или формульной
единицы или количество вещества каждого
элемента
в 1 моль вещества

Также по химической формуле
можно рассчитать
относительную молекулярную
и молярную массы вещества.

M_r M

Вещество: углекислый газ;

1 молекула или 1 моль углекислого газа;

Углекислый газ — сложное вещество, образованное двумя химическими элементами — углеродом и водородом;

Молекула углекислого газа состоит из 1 атома углерода и 2 атомов кислорода;

1 моль углекислого газа содержит 1 моль атомов углерода и 2 моль атомов кислорода;

$Mr(\text{CO}_2) = 44 \text{ а.е.м.}$

$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль.}$

CO

2

Массовая доля элемента
в составе сложного
вещества

$$w(\Xi) = A_r(\Xi) \cdot \frac{x}{M_r}$$

Массовая доля элемента в составе сложного вещества

$$w(C) = 12 : 44 = 0,27 \text{ или } 27\%$$

$$w(O) = 16 \cdot 2 : 44 = 32 : 44 = 0,73 \text{ или } 73\%$$

$$w(O) = 100\% - w(C) = 100\% - 27\% = 73\%$$

Массовая доля компонента в составе смеси

$$w(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Объёмная доля
компонента
в составе газовой смеси

$$w(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Массовая доля растворенного вещества в составе
раствора

$$w(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Молярная концентрация вещества

$$\mu(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Массовая доля чистого вещества

$$w(\text{чистого вещества}) = 1 - w(\text{примесей})$$

Массовая доля выхода продукта реакции

$$\omega(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Объёмная доля выхода продукта реакции

$$\nu(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\%$$

Задача 1. В сплаве железа — стали содержится 2% углерода, остальное приходится на долю железа. Рассчитайте массу каждого компонента для изготовления 200 кг стали.

Дано:

$$w(\text{C}) = 0,02$$

$$m(\text{стали}) =$$

$$200\text{кг}$$

Найти:

$$m(\text{Fe}) - ?$$

$$m(\text{C}) - ?$$

Решени

е:

$$1. w(\text{Fe}) = 1 - w(\text{C})$$

$$w(\text{Fe}) = 1 - 0,02 = 0,98$$

$$2. m(\text{Fe}) = m(\text{стали}) \cdot w(\text{Fe})$$

$$m(\text{Fe}) = 200\text{кг} \cdot 0,98 = 196\text{кг}$$

$$3. m(\text{C}) = m(\text{стали}) \cdot w(\text{C})$$

$$m(\text{C}) = 200\text{кг} \cdot 0,02 = 4\text{кг}$$

или

$$m(\text{C}) = m(\text{стали}) - m(\text{Fe})$$

$$m(\text{C}) = 200\text{кг} - 196\text{кг} = 4\text{кг}$$

Ответ: $m(\text{Fe}) = 196\text{кг}$, $m(\text{C}) = 4\text{кг}$.

Задача 2. В составе газовой смеси содержится 30% кислорода, 60% азота и 10% водорода. Определите объём каждого газа, который можно получить из 450м^3 данной газовой смеси.

Дано:

$$\varphi(\text{O}_2) = 0,3$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 0,6$$

$$\varphi(\text{H}_2) = 0,1$$

$$V(\text{смеси}) = 450\text{м}^3$$

Найти:

$$V(\text{O}_2) - ?$$

$$V(\text{N}_2) - ?$$

$$V(\text{H}_2) - ?$$

Решени

$$\begin{aligned} 1. V(\text{O}_2) &= V(\text{смеси}) \cdot \varphi(\text{O}_2) \\ V(\text{O}_2) &= 450\text{м}^3 \cdot 0,3 = 135\text{м}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. V(\text{N}_2) &= V(\text{смеси}) \cdot \varphi(\text{N}_2) \\ V(\text{N}_2) &= 450\text{м}^3 \cdot 0,6 = 270\text{м}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. V(\text{H}_2) &= V(\text{смеси}) \cdot \varphi(\text{H}_2) \\ V(\text{H}_2) &= 450\text{м}^3 \cdot 0,1 = 45\text{м}^3 \end{aligned}$$

Ответ: $V(\text{O}_2) = 135\text{м}^3$, $V(\text{N}_2) = 270\text{м}^3$, $V(\text{H}_2) = 45\text{м}^3$.

Задача 3. Сколько граммов воды и уксусной кислоты необходимо для приготовления 800г уксуса, с массовой долей уксусной кислоты равной 9%?

Дано:

$$m(\text{уксуса}) = 800\text{г}$$

$$w(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,09$$

Найти:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Решени

е:

$$1. m(\text{CH}_3\text{COOH}) = m(\text{уксуса}) \cdot w(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 800\text{г} \cdot 0,09 = 72\text{г}$$

$$2. m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{уксуса}) - m(\text{CH}_3\text{COOH})$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 800\text{г} - 72\text{г} = 728\text{г}$$

Ответ: $m(\text{H}_2\text{O}) = 728\text{г}$, $m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 72\text{г}$.

Задача 4. Какой объём воды нужно добавить к раствору хлорида кальция массой 120г с массовой долей хлорида кальция 50%, чтобы получить раствор с массовой долей хлорида кальция равной 5%?

Дано:

$$m_1(p-pa) = 120г$$

$$w_1(CaCl_2) = 0,5$$

$$w_2(CaCl_2) =$$

$$0,05$$

Найти:

$$V(H_2O) - ?$$

Решени

е:

$$1. m(CaCl_2) = m_1(p-pa) \cdot w_1(CaCl_2)$$

$$m(CaCl_2) = 120г \cdot 0,5 = 60г$$

$$2. m_2(p-pa) = m(CaCl_2) : w_2(CaCl_2)$$

$$m_2(p-pa) = 60г : 0,05 = 1200г$$

$$3. m(H_2O) = m_2(p-pa) - m_1(p-pa)$$

$$m(H_2O) = 1200г - 120г = 1080г$$

$$4. V(H_2O) = m(H_2O) \cdot \rho(H_2O)$$

$$V(H_2O) = 1080г \cdot 1г/мл = 1080мл$$

Ответ:

$$V(H_2O) = 1080мл$$

Задача 5. Рассчитайте массу бария, которую можно получить из барита (BaSO_4), содержащего 12% примесей оксидов железа.

Дано:

$$w(\text{примесей}) =$$

$$0,12$$

$$m(\text{руды}) = 600\text{кг}$$

Найти:

$$m(\text{Ba}) - ?$$

Решени

е:

$$1. w(\text{BaSO}_4) = 1 - w(\text{примесей})$$

$$w(\text{BaSO}_4) = 1 - 0,12 = 0,88$$

$$2. m(\text{BaSO}_4) = m(\text{руды}) \cdot w(\text{BaSO}_4)$$

$$m(\text{BaSO}_4) = 600\text{кг} \cdot 0,88 = 528\text{кг}$$

$$3. w(\text{Ba}) = \text{Ar}(\text{Ba}) : \text{Mr}(\text{BaSO}_4)$$

$$w(\text{Ba}) = 137 : 233 = 0,6$$

$$4. m(\text{Ba}) = m(\text{BaSO}_4) \cdot w(\text{Ba})$$

$$m(\text{Ba}) = 528\text{кг} \cdot 0,6 = 316,8\text{кг}$$

Ответ: $m(\text{Ba}) = 316,8$

кг

Задача 6. В результате дегидрирования этана получили этилена. Рассчитайте массовую долю выхода этилена

Дано:

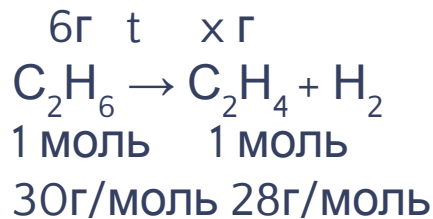
$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 6\text{г}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 4,8\text{г}$$

Найти:

$$\eta(\text{C}_2\text{H}_4) - ?$$

Решение:



$$1. n(\text{C}_2\text{H}_6) = m(\text{C}_2\text{H}_6) : M(\text{C}_2\text{H}_6)$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 6\text{г} : 30\text{г/моль} = 0,2\text{ моль}$$

$$2. n(\text{C}_2\text{H}_6) = n(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,2\text{ моль}$$

$$3. m_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_4) = n(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_4)$$

$$m_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,2\text{ моль} \cdot 28\text{г/моль} = 5,6\text{г}$$

$$4. \eta(\text{C}_2\text{H}_4) = m_{\text{практ}}(\text{C}_2\text{H}_4) : m_{\text{теор}}(\text{C}_2\text{H}_4)$$

$$\eta(\text{C}_2\text{H}_4) = 4,8\text{г} : 5,6\text{г} = 0,86\text{ или } 86\%$$

Ответ: $\eta(\text{C}_2\text{H}_4) = 86\%$

Задача 7. В растворе объемом 5л содержится хлорид натрия массой 80г. Рассчитайте молярную концентрацию этого вещества в растворе.

Дано:

$$V(\text{р-ра}) = 5\text{л}$$

$$m(\text{NaCl}) = 80\text{г}$$

Найти:

$$c(\text{NaCl}) - ?$$

Решени

$$1. \quad n(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) : M(\text{NaCl})$$

$$n(\text{NaCl}) = 80\text{г} : 58,5\text{г/моль} = 1,37\text{ моль}$$

$$2. \quad c(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) : V(\text{р-ра})$$

$$c(\text{NaCl}) = 1,37\text{ моль} : 2\text{л} = 0,685\text{ моль/л}$$

Ответ: $c(\text{NaCl}) = 0,6$
моль/л

