

Основи молекулярно-кінетичної теорії будови речовини

Уявлення про будову речовини зародилися більше 2 тис. років тому. Давньогрецький філософ Демокрит вважав, що речовини складаються з дрібних неподільних частинок – атомів.

Як визначити розмір і масу атома або молекули?

Як визначити кількість атомів або молекул, які містяться в даному тілі?

Проблемне питання

- Наскільки малими є атоми та молекули?

Розміри більшості молекул і діаметри всіх атомів становлять порядку 10^{-10} м. Зрозуміло, що й маси атомів і молекул теж малі (порядку 10^{-26} кг). Вимірювати їх у таких одиницях, як кілограм, дуже незручно, тому було введено позасистемну одиницю.

Атомна одиниця маси дорівнює 1/12 маси атома Карбону $^{12}_6\text{C}$:

$$1 \text{ а. о. м.} = \frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C}) = 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Відносна молекулярна (відносна атомна) маса – це маса молекули (атома), подана в атомних одиницях маси.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C})} A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C})}$$

Відносна молекулярна маса показує, у скільки разів маса m_0 молекули більша, ніж 1/12 маси атома Карбону $^{12}_6\text{C}$.

Наприклад, молекула води (H_2O) утворена двома атомами Гідрогену ($A_r(^1_1\text{H}) = 1 \text{ а. о. м.}$) й одним атомом Оксигену ($A_r(^{16}_8\text{O}) = 16 \text{ а. о. м.}$), тому відносна молекулярна маса води ($M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ (а. о. м.)}$).

Маса молекули води $m_0 = 18 \text{ а. о. м.} = 18 \cdot 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$.

2. Характеристика частинок

Проблемне питання

- Яка кількість молекул міститься у склянці води?
- На скільки зручно рахувати таку величезну кількість молекул?

Один моль – це кількість речовини, яка містить стільки частинок речовини (атомів, молекул, йонів), скільки атомів Карбону міститься у вуглецю масою 12 г.

Стала Авогадро:

$$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Кількість речовини – це фізична величина, яка дорівнює кількості молів частинок речовини.

$$v = \frac{N}{N_A}$$

N – число частинок речовини.

Одиниця кількості речовини в СІ – моль:

$$[v] = 1 \text{ моль}$$

Молярна маса M речовини – це маса даної речовини, узятої в кількості 1 моль ($6,02 \cdot 10^{23}$ молекул).

$$M = m_0 \cdot N_A$$

m_0 – маса молекули (атома) даної речовини.

Одиниця молярної маси в СІ – **кілограм на моль**:

$$[M] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Молярна маса дорівнює відносній молекулярній масі, поданій у грамах:

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Кількість речовини масою m і молярною масою M можна визначити за формулою:

$$v = \frac{m}{M}$$

Число N молекул речовини дорівнює:

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

Приклади розв'язування задач з теми

1. Визначте відносну молекулярну масу: а) вуглекислого газу (CO_2); б) метану (CH_4); в) води (H_2O); г) діоксиду кремнію (SiO_2); д) водню (H_2).

$$M_r(\text{CO}_2) = A_r(\text{C}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ (а. о. м.)}$$

$$M_r(\text{CH}_4) = A_r(\text{C}) + 4 \cdot A_r(\text{H}) = 12 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ (а. о. м.)}$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ (а. о. м.)}$$

$$M_r(\text{SiO}_2) = A_r(\text{Si}) + 2 \cdot A_r(\text{O}) = 28 + 2 \cdot 16 = 60 \text{ (а. о. м.)}$$

$$M_r(\text{H}_2) = 2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2 \text{ (а. о. м.)}$$

2. Порівняйте число молекул в 1 моль води та кисню.

Кількість молекул (або атомів) в 1 моль будь-якої речовини – це за означенням є число Авогадро. Кількість молекул однакова.

3. У посудині міститься $1,505 \cdot 10^{22}$ молекул водню. Яка кількість речовини, виражена в молях, перебуває в цій посудині?

Дано:

$$N = 1,505 \cdot 10^{22}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$v = ?$

Розв'язання

$$v = \frac{N}{N_A}$$

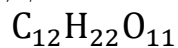
$$[v] = \frac{1}{\text{моль}^{-1}} = \text{моль}$$

$$v = \frac{1,505 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,025 \text{ (моль)}$$

Відповідь: $v = 0,025$ моль.

4. Визначте молярну масу й масу молекули цукру ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

Дано:



$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$M - ?$

$m_0 - ?$

Розв'язання

$$M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 \\ = 342 \text{ (а. о. м.)}$$

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}} \quad M = 342 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$M = m_0 \cdot N_A \quad \Rightarrow \quad m_0 = \frac{M}{N_A}$$

$$[m_0] = \frac{\frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}}{\text{МОЛЬ}^{-1}} = \text{КГ}$$

$$m_0 = \frac{342 \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} \approx 5,7 \cdot 10^{-25} \text{ (КГ)}$$

Відповідь: $M = 342 \cdot 10^{-3} \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$;
 $m_0 \approx 5,7 \cdot 10^{-25} \text{ КГ.}$

5. Маса $18,06 \cdot 10^{22}$ молекул деякої речовини дорівнює 102,6 г. Визначте масу молекули й молярну масу цієї речовини.

Дано:

$$N = 18,06 \cdot 10^{22}$$

$$m = 102,6 \text{ г}$$

$$= 102,6 \cdot 10^{-3} \text{ КГ}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$m_0 - ?$

$M - ?$

Розв'язання

$$m_0 = \frac{m}{N}$$

$$m_0 = \frac{102,6 \cdot 10^{-3} \text{ КГ}}{18,06 \cdot 10^{22}} \approx 5,68 \cdot 10^{-25} \text{ КГ}$$

$$M = m_0 \cdot N_A \quad [M] = \text{КГ} \cdot \text{МОЛЬ}^{-1} = \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$$

$$M = 5,68 \cdot 10^{-25} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \approx 0,342 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}} \right)$$

Відповідь: $m_0 \approx 5,68 \cdot 10^{-25} \text{ КГ}$; $M = 0,342 \frac{\text{КГ}}{\text{МОЛЬ}}$.

Розв'яжи самостійно:

1. Якою є маса 200 моль вуглекислого газу?

2. Герметично закриту посудину об'ємом 2 л наповнено 10 г кисню. Визначте концентрацію молекул кисню в посудині.

Корисні посилання:

1. [Фізика: 10-й клас. підручник \(рівень стандарту\) В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна](#)