

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

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

1. Основні положення МКТ

Молекулярна фізика – це розділ фізики, який вивчає будову, фізичні властивості та агрегатні стани речовини на основі їх мікроскопічної (молекулярної) будови.

Молекулярно-кінетична теорія (МКТ) – теорія, яка пояснює будову та властивості речовини на основі закономірностей руху і взаємодії частинок, з яких складаються тіла.

1. *Усі речовини складаються з частинок – атомів, молекул, йонів, тобто мають дискретну будову; між частинками є проміжки.*

2. *Частинки речовини перебувають у невпинному безладному (хаотичному) русі; такий рух називають тепловим.*

3. *Частинки взаємодіють одна з одною (притягуються і відштовхуються).*

Атом – найменша частинка, яка є носієм властивостей хімічного елемента.

Кожному хімічному елементу відповідає певний атом, який позначають символом елемента (атом Гідрогену H, атом Карбону C, атом Урану U).

Атом має складну структуру та являє собою *ядро*, оточене *хмарою електронів*. Кількість електронів в атомі дорівнює кількості протонів у його ядрі. Заряд електрона за модулем дорівнює заряду протона, тому атом є електрично нейтральним.

Молекула – найменша частинка речовини, яка має хімічні властивості цієї речовини та складається з атомів.

Якщо атом або молекула втратили один або кілька електронів, вони стають *позитивним йоном*; якщо ж до атома (молекули) приєдналися один або кілька електронів, утворюється *негативний йон*.

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 впроваджено 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.

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

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

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

2. Характеристика частинок

- Яка кількість молекул міститься у склянці води?

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.

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

N – число частинок речовини.

Одиниця кількості речовини в СІ – **моль**:

$$[\nu] = 1 \text{ моль}$$

Молярна маса M речовини – це маса даної речовини, узятій 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:

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

Число N молекул речовини дорівнює:

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

Розв'язування вправ

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. У посудині міститься $1,505 \cdot 10^{24}$ молекул водню. Яка кількість речовини, виражена в молях, перебуває в цій посудині?

Дано:

$$N = 1,505 \cdot 10^{24}$$

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

$$\nu - ?$$

Розв'язання

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

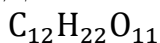
$$[\nu] = \frac{1}{\text{моль}^{-1}} = \text{моль}$$

$$\nu = \frac{1,505 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,5 \text{ (моль)}$$

Відповідь: $\nu = 2,5$ моль.

3. 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

$$M_r(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342 \text{ (а. о. м.)}$$

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

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

$$[m_0] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{\text{моль}^{-1}} = \text{кг}$$

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

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

4. Якою є маса 200 моль вуглекислого газу?

Дано:



$$\nu = 200 \text{ моль}$$

$$m - ?$$

Розв'язання

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

$$M = 44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\nu = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \nu M$$

$$[m] = \text{моль} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}} = \text{кг}$$

$$m = 200 \cdot 44 \cdot 10^{-3} = 8,8 \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m = 8,8 \text{ кг.}$