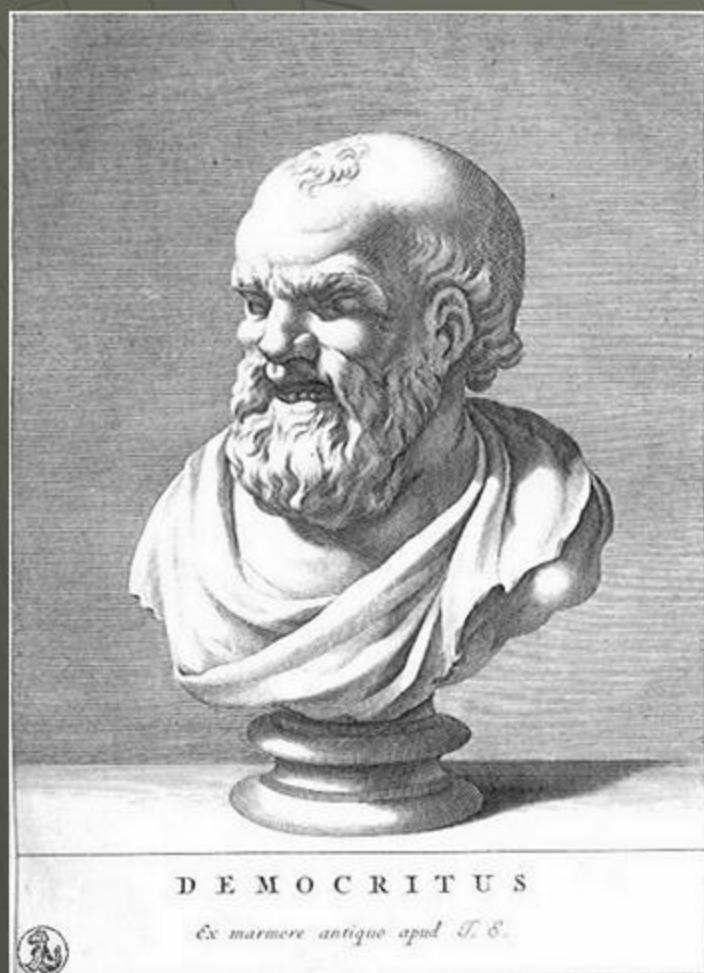


**Основні положення  
молекулярно-кінетичної  
теорії будови речовини та її  
дослідне обґрунтування  
Маса та розміри атомів і  
молекул. Кількість речовини.**

# 1. Молекулярно-кінетична теорія будови речовини (МКТ). Розвиток поглядів на будову речовини.

- *Молекулярна фізика* — це розділ фізики, який розглядає властивості тіл як сумарний результат руху та взаємодії величезної кількості молекул, з яких складаються ці тіла.
- Основою молекулярної фізики є молекулярно-кінетична теорія будови речовини (МКТ).





- ◆ Перші уявлення про молекулярну будову речовини зародилися ще за сивої давнини. Понад дві тисячі років тому давньогрецькі філософи, серед яких Демокріт (460–370 рр. до н. е.), припускали, що все у світі складається з дуже маленьких неподільних частинок — атомів. Наявні у світі речі різняться атомами, з яких складаються, їх порядком і положенням. Хоча ще раз слід наголосити, що уявлення давніх атомістів про дискретну будову речовини були лише здогадкою.

- У середні віки послідовники атомістичного вчення, яке по суті було глибоко матеріалістичним, переслідувалися інквізицією і владою. Так, у 1026 р. вищий суд Франції під страхом смертної кари заборонив поширення атомістичного учення. Лише в XVII ст. І. Ньютон зробив спробу пояснити розширення газів на основі передбачення, що молекули намагаються заповнити простір.

У XVIII ст. прихильник і пропагандист МКТ М. Ломоносов сформулював основні положення цієї теорії, які не зазнали суттєвих змін і до сьогодні.





## 2. Основні положення МКТ та її дослідне обґрунтування

- **Мета молекулярно-кінетичної теорії** — пояснення властивостей макроскопічних тіл і теплових процесів на основі уявлень про те, що всі тіла складаються з окремих частинок, які хаотично рухаються.

## В основі МКТ речовини лежать три основні положення.

- ▶ **1) Всі речовини дискретні, вони складаються з молекул і атомів. Молекула — дрібна електронейтральна частинка речовини, яка зберігає її хімічні властивості.**
- ▶ **2) Молекули і атоми всіх речовин перебувають у безперервному хаотичному русі.**
- ▶ **3) Між молекулами всіх речовин діють сили притягання й відштовхування.**



- Реальне існування молекул підтверджується масою експериментальних фактів, з-поміж яких можна виділити можливість механічного дроблення речовини, розчинення речовин у воді та інших розчинниках, стискання і розширення газів. Але найбільш переконливими є такі процеси, як броунівський рух та дифузія.
- Переконатися в тому, що молекули рухаються, дуже просто: капніть крапельку парфумів в одному кінці кімнати, і через кіль-ка секунд цей запах пошириться по всій кімнаті. У повітрі навко-ло нас молекули носяться зі швидкостями артилерійських снаря-дів — сотні метрів на секунду.
- Чудовою властивістю руху молекул є те, що він ніколи не припиняється. Саме цим рух молекул істотно відрізняється від руху предметів, що оточують нас, адже механічний рух неминуче при-пиняється внаслідок тертя.

- У 1827 р. англійський ботанік Роберт Броун, спостерігаючи під мікроскопом рух спор рослин у краплині рідини, виявив, що ці частки перебувають у «нескінченному тан-ці» і що траєкторія руху кожної частинки є ламаною лінією(рис. 1).
- Причину так званого «броунівського руху» зрозуміли лише че-рез 50 років після його відкриття: окремі удари молекул рідини об частку не компенсують один одного, якщо ця частка досить дрібна. З тих часів броунівський рух розглядається як наочне дослідне під-твердження руху молекул.

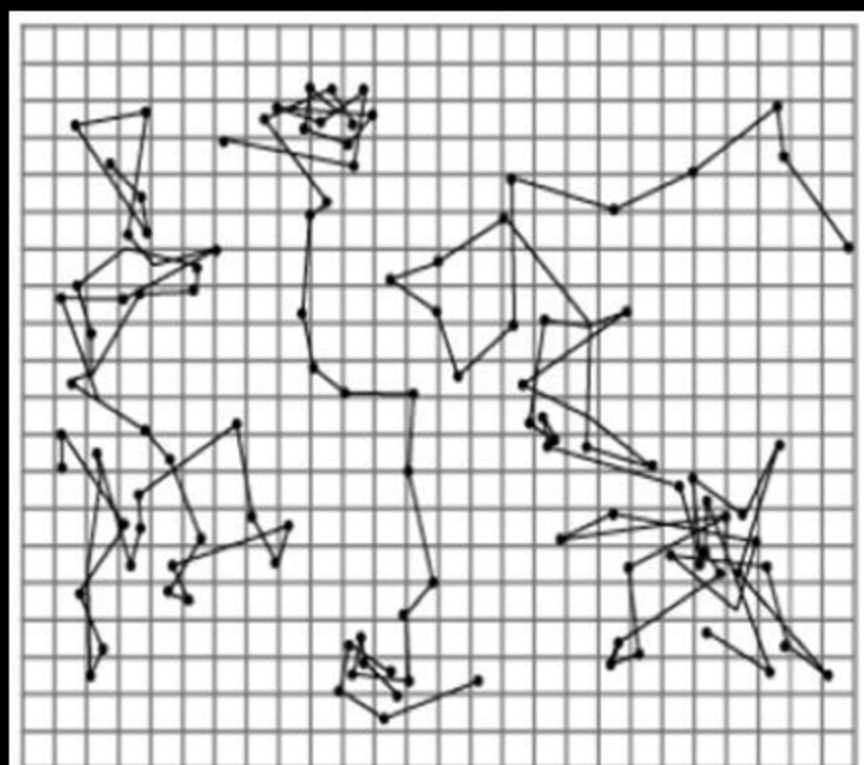


Рис. 1



- **Броунівський рух** — це рух найдрібніших частинок твердої речовини під ударами молекул рідини чи газу, у яких ці частинки містяться.
- **Дифузія речовин** — це явище проникнення молекул однієї речовини між молекулами іншої речовини внаслідок дотикання цих речовин.

Усі речовини в будь-яких агрегатних станах дифундують, причому із різною швидкістю. Швидкість дифузії залежить від агрегатного стану речовин, власне речовин, а також від їх температури.

# 3. Відносна молекулярна й атомна маса

Розміри молекул і атомів надзвичайно малі. Наведемо декілька цікавих фактів:

- Молекула менша за яблуко у стільки разів, у скільки разів яблуко менше за Землю.
- Якщо уявити, що олія створює на поверхні води плівку завтовшки в одну молекулу, то така плівка буде тонша за людську волосину приблизно в 40 000 разів.
- У 1 см<sup>2</sup> повітря стільки молекул, що, взявши таку саму кількість піщинок, можна було б засипати територію великого підприємства.
- Якщо взяти таку кількість цеглин, скільки молекул міститься в 1 см<sup>3</sup> повітря, то цегла б щільно вкрила поверхню Землі шаром заввишки 120 м (висота 40-поверхового будинку).
- У краплі води діаметром 0,1 мм приблизно 10<sup>16</sup> молекул, що майже в мільйон разів більше, ніж людей, які мешкають на Землі.



- Відносна молекулярна маса  $M_r$  — це відношення маси молекули до  $1/12$  частини маси атома Карбону →

Де  $m_M$  — маса молекули речовини,  $m_C$  — маса атома Карбону.

- Відносна атомна маса  $A_r$  — це відношення маси молекули до  $1/12$  частини маси атома Карбону.

$$M_r = \frac{m_M}{\frac{1}{12} m_C}$$

## 4. Кількість речовини. Молярна маса

Кількість речовини найбільш природно було б вимірювати числом атомів чи молекул в тілі. Але їх число в макроскопічному тілі настільки велике, що в розрахунках використовується не абсолютне, а відносне число молекул.

- ***Фізичну величину, що визначає число молекул у певному тілі, називають кількістю речовини.***

Оскільки маси окремих молекул відрізняються одна від одної, то однакові кількості різних речовин мають різну масу. Наприклад, 1025 молекул водню і 1025 молекул кисню вважаються однаковою кількістю речовини, хоча вони мають різні маси (33,45 г і 531,45 г відповідно). Отже, маса не є мірою кількості речовини. У СІ кількість речовини виражають у молях.



- **Модем** називається кількість речовини, яка містить стільки ж молекул (атомів), скільки їх міститься в 12 г вуглецю.

**Молярна маса**  $M$  дорівнює відношенню маси речовини  $m$  до кількості молей  $\nu$  у ній:

де  $\nu$  — кількість речовини.

- **Фізичний зміст молярної маси:** *молярна маса — це маса одного моля речовини.*

Одиниця молярної маси в СІ — кілограм на моль (кг/моль),  $M = M_r \cdot 10^{-3}$ .

- **Об'єм одного моля речовини**  $V_M$  можна знайти, розділивши молярну масу речовини  $M$  на її густину  $\rho$ :

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

$$V_M = \frac{M}{\rho}$$



# 5. Стала Авогадро, її фізичний зміст

- Італійський фізик і хімік Амадео Авогадро в XIX ст. визначив *кількість молекул в одному молі речовини*. Цю кількість назвали - *сталою Авогадро*  $N_A$ :  
 $N_A = 6,02 \times 10^{23}$  1/моль або моль<sup>-1</sup>
- Оскільки стала Авогадро чисельно дорівнює числу молекул в одному моль, то  $\rightarrow$
- Маса одного моль води, що містить  $N_A$  молекул, дорівнює 18 г, а маса однієї молекули води дорівнює 18 а.о.м. Отже, стала Авогадро є перекладним множником між грамом і атомною одиницею маси: в одному грамі міститься  $N_A$  атомних одиниць маси.
- Якщо кількість речовини у певному тілі відома, легко обчислити число молекул  $N$  у цьому тілі:



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

$$N = N_A \cdot \nu$$





- **Фізичний зміст сталої Авогадро:** число Авогадро показує, що в одному молі будь-якої речовини міститься  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул.
- Знання сталої Авогадро дозволяє обчислити масу однієї молекули.

Нехай тіло містить 1 моль речовини. Тоді маса тіла чисельно дорівнює  $M$ , а число молекул у ньому чисельно дорівнює  $N_A$ . Позначаючи масу однієї молекули  $m_0$ , дістаємо:

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

- ◆ Можна сказати, що  $N_A$  — це «місток» між макросвітом (світом тіл, що оточують нас) і мікросвітом (світом атомів і молекул). Якщо тіло містить моль речовини, то число молекул  $N$  у цьому тілі визначається виразом:

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

- ◆ Відношення числа молекул  $N$  до об'єму  $V$ , який займають ці молекули, називається концентрацією молекул і позначається :
- ◆ Концентрація молекул вимірюється в  $1/\text{м}^3$ .

$$n = \frac{N}{V}$$

Також Авогадро встановив закон, який назвали **законом Авогадро**.

- ◆ **Закон Авогадро**: у рівних об'ємах різних газів за однакових умов завжди міститься однакова кількість молекул.



# 6. Обчислення маси молекули та кількості молекул в об'ємі речовини

Інколи для розв'язування задач молекулярної фізики необхідно вміти обчислювати масу молекули та кількість молекул, яка міститься в речовині.

Визначити масу молекули  $m_M$  можна у такий спосіб.

1) Молярну масу Речовини  $M$  розділити на число молекул в одному молі речовини, тобто на число

Авогадро  $N_A$  :

$$m_M = \frac{M}{N_A}$$

2) Маса всієї речовини  $m$  розділити на число молекул в ній  $N$ :

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

3) Густина речовини  $\rho$  розділити на концентрацію молекул  $n$ , тобто на їх число в одиниці об'єму:

$$m_M = \frac{\rho}{n}$$

- Число молекул  $N$  у деякому об'ємі речовини можна знайти також у декілька способів. Розглянемо три з них.

1) Число молекул  $N$  у речовині даної маси або даного об'єму дорівнює добутку числа молекул в одному молі, тобто числа Авогадро  $N_A$ , на число молей у речовині

$v$ :

$$N = N_A \cdot \nu$$

2) Число молекул  $N$  дорівнює відношенню маси речовини  $m$  до маси однієї молекул  $m_M$  :

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

3) Число молекул  $N$  дорівнює добутку числа молекул в одиниці об'єму речовини, тобто їх концентрації  $n$  на їхній об'єм  $V$ :

$$N = n \cdot V$$