

## ЧАСТИНА 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ, ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

### РОЗДІЛ 1. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

#### 1. Рух молекул і тепловий стан тіла. Температура. Вимірювання температури. Теплова рівновага

Усі тіла складаються з частинок — молекул, атомів, йонів. Ці частинки перебувають у безупинному хаотичному русі, напрям руху кожної частинки та швидкість руху протягом усього часу змінюються. Такий рух частинок називають *тепловим*.

Зрозуміло, що ми не можемо безпосередньо спостерігати тепловий рух частинок тіла. Проте ми сприймаємо збільшення інтенсивності теплового руху як *нагрівання* тіла, а зменшення інтенсивності цього руху — як його *охолодження* (рис. 1.1).

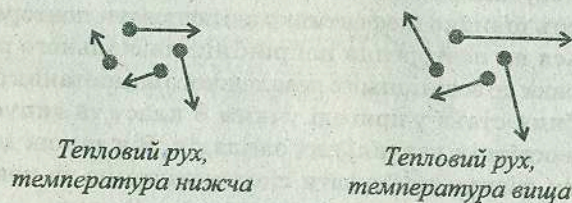


Рис. 1.1

«Ступінь нагрітості» тіл ми визначаємо різними способами: на дотик (так мати виявляє жар у дитини), за яскравість та кольором світіння (так колись металурги спостерігали за станом рідкого металу) тощо.

Під час контакту двох тіл одне з них (менш нагріте) нагрівається, а інше (більш нагріте) — охолоджується. Про це свідчать зміни станів тіл: можуть змінюватися розміри тіл, їхній колір, фізичний стан. Якщо ж тіла однаково нагріті, то під час контакту вони не зазнають змін. У такому випадку кажуть, що ці тіла перебувають у стані *теплової рівноваги*.

Щоб характеризувати, якою мірою нагріте тіло, введено поняття *температури* ( $t$ ). Очевидно, що коли різні тіла (або частини одного тіла) перебувають у тепловій рівновазі, то їхні температури однакові (рис. 1.2).

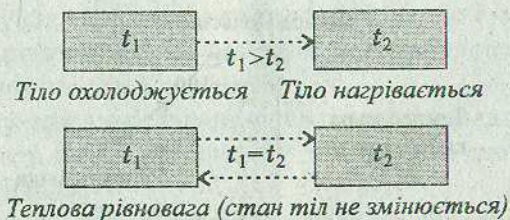


Рис. 1.2

*Температура — це фізична величина, яка характеризує стан теплової рівноваги системи тіл.*

Температура характеризує стан системи тіл, що містять величезну кількість частинок. Не можна говорити про температуру однієї молекули або системи з десяти молекул.

Для вимірювання температури застосовують *термометри* (рис. 1.3). Дія будь-якого термометра ґрунтується на залежності фізичних властивостей тіл від температури. Так, у побутових термометрах використовують залежність об'єму рідини від температури.



Рис. 1.3

У побуті зазвичай вимірюють температуру в *градусах за шкалою Цельсія*.

Цю шкалу побудовано з використанням двох реперних точок (рис. 1.4):

- нульовій температурі ( $0^\circ\text{C}$ ) відповідає температура тання льоду за нормального атмосферного тиску;
- температурі  $100^\circ\text{C}$  відповідає температура кипіння води за нормального атмосферного тиску.

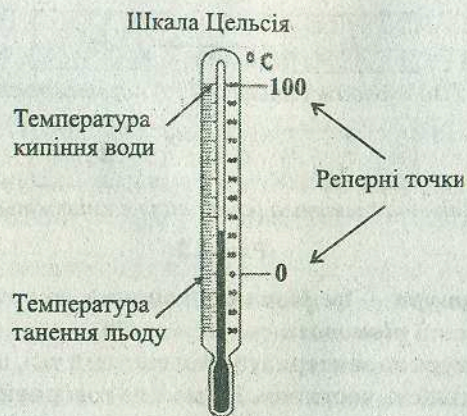


Рис. 1.4

Отже, один градус Цельсія ( $^{\circ}\text{C}$ ) відповідає  $1/100$  проміжку між температурами цих реперних точок.

Слід враховувати, що термометр завжди показує *власну* температуру. Отже, щоб визначити температуру якогось тіла, треба дочекатися встановлення теплової рівноваги між цим тілом і термометром.

#### Завдання для самоперевірки

- 1.1. Опишіть тепловий рух частинок. Яка головна властивість цього руху?
- 1.2. Як змінився рух молекул води, якщо воду нагріли від  $20$  до  $60^{\circ}\text{C}$ ?
- 1.3. Як може змінитися стан тіла внаслідок зміни його температури?
- 1.4. Які фізичні явища застосовують для вимірювання температури тіл?
- 1.5. Які типи термометрів вам відомі?
- 1.6. Холодну ложечку занурили в гарячий чай. Як змінюватимуться температури ложечки та чаю?
- 1.7. За яких температур двох тіл між ними може встановитися тепла рівновага?
- 1.8. Фізична система складається з тіл, температури яких дорівнюють  $10$  і  $35^{\circ}\text{C}$ . Чи можна говорити про температуру цієї системи?

- 1.9. Чи бувають молекули «холодними» або «гарячими»?
- 1.10. Які реперні точки вибрали для побудови температурної шкали Цельсія?
- 1.11. Чому для вимірювання температури медичний термометр потрібно тримати під пахвою щонайменше  $5-7$  хвилин?
- 1.12\*. Як можна перевірити правильність показів кімнатного термометра, якщо іншого термометра у вас немає?

## 2. Агрегатні стани речовини.

### Фізичні властивості твердих тіл, рідин і газів

Залежно від фізичних умов (насамперед від температури й тиску) речовина може перебувати в різних *агрегатних станах*. У земних умовах ми зазвичай спостерігаємо три агрегатні стани речовини: *газоподібний, рідкий і твердий*.

Речовина в усіх трьох станах складається з тих самих частинок (наприклад, водяна пара, рідка вода та лід складаються з однакових молекул води). Проте властивості речовини в різних станах суттєво відрізняються. Причиною є відмінності в розташуванні та характері руху частинок.

У газоподібному стані за звичних нам умов перебуває, наприклад, повітря. *Газ не зберігає об'єму та форми*: він займає весь наданий йому об'єм і набуває форми тієї посудини, у якій перебуває. Якщо, наприклад, з'єднати сильно надуту повітряну кульку з пустою, то повітря швидко розподілиться по обох кульках.

Такі властивості газу пояснюють тим, що середні відстані між його молекулами набагато перевищують розміри самих молекул (у повітрі навколо нас — приблизно в десять разів). За таких відстаней молекули практично не взаємодіють одна з одною (сили взаємодії між молекулами проявляються тільки на дуже коротких відстанях, порівнянних із розмірами самих молекул). У розташуванні молекул немає порядку, це розташування весь час змінюється. Унаслідок теплового руху молекули швидко займають увесь наданий газу об'єм (тобто газ розширюється). Коли газ стискають, відстані між молекулами скорочуються.

**Газ** —  
не зберігає  
об'єму та форми.  
Молекули далеко  
одна від одної



Рис. 2.1

Кожна молекула рухається в певному напрямку доти, доки не зіткнеться з іншою молекулою, після чого напрямок руху змінюється. Отже, траєкторія руху кожної молекули є ламаною лінією, довжина однієї прямолінійної ділянки траєкторії набагато більша за розмір молекули (рис. 2.1).

На відміну від газів, *тверді тіла зберігають об'єм і форму*. Щоб хоч трохи змінити об'єм або форму твердого тіла, потрібно прикласти до нього достатньо велику силу. Це пояснюється тим, що частинки твердого тіла розташовані близько одна до одної (можна сказати, впритул) і сильно взаємодіють одна з одною. Між молекулами встановлюються такі відстані, що сили притягання та відштовхування між ними зрівноважені. Якщо ми намагаємося стиснути тверде тіло, відстані між молекулами трохи скорочуються, при цьому дуже швидко зростають сили відштовхування. Якщо ж ми намагаємося розтягнути тверде тіло (наприклад, підвішуємо тягарець до дроту), то відстані між частинками твердого тіла довшають, при цьому сили притягання будуть більшими за сили відштовхування. Так виникає сила пружності.

Частинки твердого тіла розташовані в чітко визначеному порядку, вони утворюють *кристалічні ґратки*. Існує багато типів таких ґраток (рис. 2.2). Властивості речовини залежать від типу її кристалічних ґраток (наприклад, графіт і алмаз складаються з однакових атомів Карбону, але дуже відрізняються за властивостями).

Отже, кожна частинка твердого тіла протягом тривалого часу залишається на своєму місці. Але це не означає, що частинки нерухомі: вони здійснюють дуже швидкі коливання, трохи відхиляючись у різні боки від своїх середніх положень.

**Тверде тіло** —  
зберігає  
об'єм і форму.  
Молекули розташовані  
близько одна до одної,  
утворюють  
*кристалічні ґратки*,  
коливаються

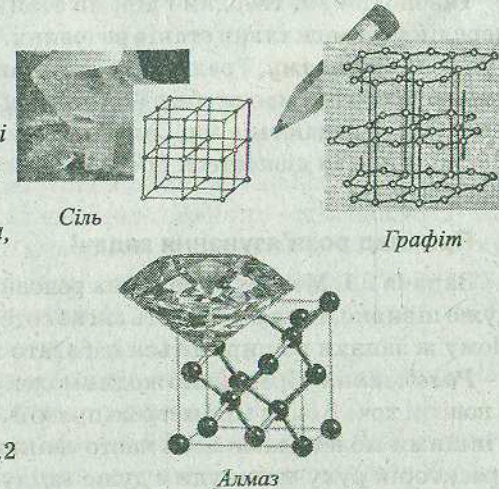


Рис. 2.2

Рідкий стан речовини є «проміжним» між газоподібним і твердим станами. *Рідина зберігає об'єм, але не зберігає форми* (вона набуває форми посудини, у якій міститься). Здатність рідини легко змінювати форму називають *плинністю*. Відстані між частинками в рідині практично такі ж малі, як і у твердому тілі, тому сили взаємодії між молекулами великі. Сили притягання не дають молекулам віддалитися одна від одної, а сили відштовхування заважають стиснути рідину (рідина, як і тверде тіло, є практично нестисливою). Такого порядку в розташуванні частинок, як у твердому тілі, у рідині немає.

Частинки рідини головним чином коливаються подібно до частинок твердого тіла. Але зрідка «сусіди» випадково «розсуваються» та пропускають частинку на нове місце. Саме такі переміщення зумовлюють плинність рідини (рис. 2.3).

**Рідина** —  
зберігає об'єм,  
не зберігає форми.  
Молекули розташовані  
близько одна до одної,  
коливаються,  
інколи «стрибають»  
на нове місце



Рис. 2.3