

§ 15. АГРЕГАТНИЙ СТАН РЕЧОВИНИ

■ Чи бували ви коло швидкої гірської річки? Подивіться на рисунок нижче (рис. 2.23). Навколо лежить сніг, завмерли на березі дерева, вкриті інеєм, що сяє в сонячних променях, а струмок не замерзає. Надзвичайно чиста, прозора вода розбивається об обмерзле каміння. Чому з'явився іній? У чому відмінність води і льоду? Чи є між ними подібність? У цьому параграфі ви обов'язково знайдете відповіді на ці питання.

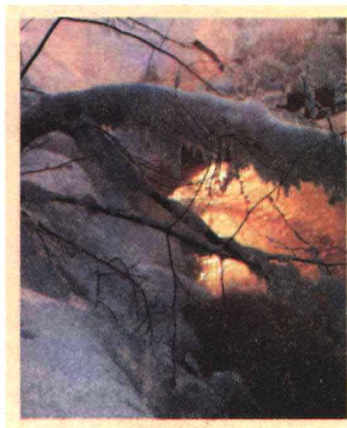


Рис. 2.23. Різні агрегатні стани води

1 Спостерігаємо різні агрегатні стани речовини

Ви вже знаєте, що вода і лід (сніг, іній) — це два різні агрегатні стани води: рідкий і твердий. Поява інею на деревах пояснюється просто: вода з поверхні річки випаровується, перетворюючись на водяну пару. Водяна пара, у свою чергу, конденсується й осідає у вигляді інею. Водяна пара — це третій стан води — газоподібний.

Наведемо ще один приклад. Ви, безперечно, знаєте про небезпеку розбити медичний термометр: у ньому міститься ртуть — густа рідина сріблястого кольору, яка, випаровуючись, утворює дуже отруйну пару. А от за температури, нижчої від -39°C , ртуть перетворюється на твердий метал. Таким чином, ртуть, як і вода, може перебувати у твердому, рідкому й газоподібному станах.

Практично будь-яка речовина залежно від фізичних умов може перебувати в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому й газоподібному.

У нашому прикладі з гірською річкою (рис. 2.23) присутні ці три агрегатні стани води.

Існує ще один агрегатний стан — *плазма*. Наприклад, ртуть у плазмовому стані міститься в увімкнених ртутних лампах (так звані лампи денного світла). У мегасвіті плазма є поширеним станом речовини, бо саме в цьому стані перебуває речовина в надрах зір.

Водяна пара, вода, лід — це три агрегатні стани тієї самої речовини, утвореної *однаковими* молекулами — молекулами води. Чому ж фізичні властивості речовин, які утворені однаковими молекулами, але перебувають у різних агрегатних станах, відрізняються одна від одної? Імовірно, причина такої відмінності полягає в тому, що молекули по-різному рухаються та взаємодіють?

Які ж властивості мають речовини в різних агрегатних станах? Як при цьому рухаються та взаємодіють молекули?

2 Спостерігаємо й пояснюємо фізичні властивості твердих тіл

Подивіться уважно на рис. 2.24. Усі зображені на ньому тверді тіла відрізняються одне від одного: кольором, виглядом тощо, вони виготовлені з різних речовин. Разом із тим вони мають і спільні властивості, притаманні всім твердим тілам.

Тверді тіла зберігають об'єм та форму. Це пояснюється тим, що молекули (атоми) твердих тіл розташовані в позиціях рівноваги. Сили притягання і відштовхування між молекулами в цих позиціях дорівнюють одна одній. У разі спроби збільшити або зменшити відстань між молекулами (тобто збільшити або зменшити розмір) виникає відповідне міжмолекулярне притягання чи відштовхування (див. § 14).

Ви знаєте, що, відповідно до атомно-молекулярної теорії, атоми (молекули) завжди перебувають у русі. Атоми твердих тіл практично не пересуваються з місця на місце — вони постійно рухаються біля певної точки, тобто коливаються. Тому *тверді тіла зберігають не тільки об'єм, але й форму.*

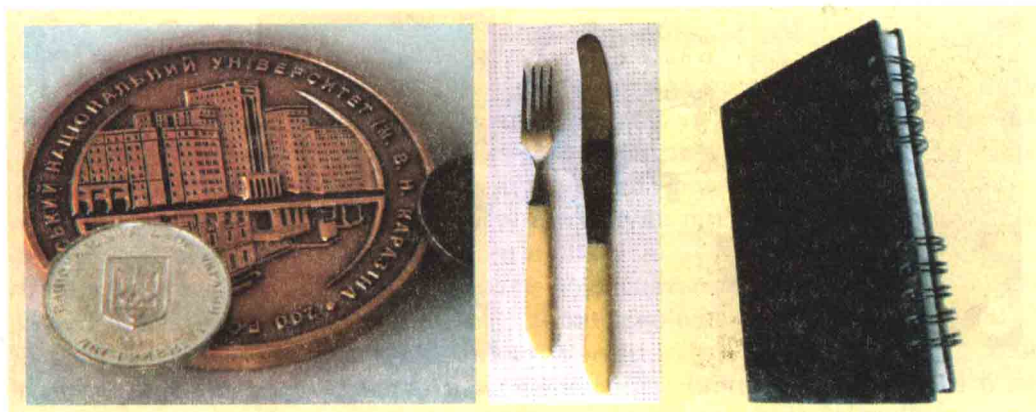


Рис. 2.24. Незважаючи на зовнішні відмінності, будь-які тверді тіла зберігають форму та об'єм

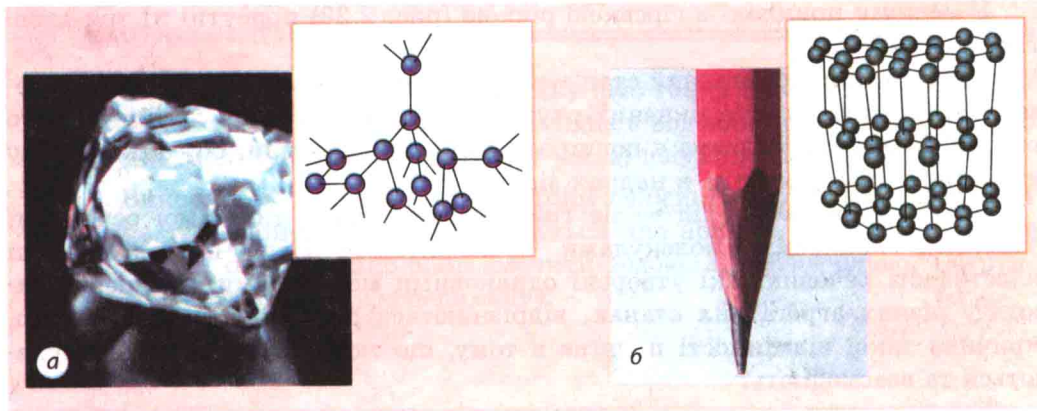


Рис. 2.25. Моделі кристалічних ґраток: а — алмазу, б — графіту. Кульками зображено центри атомів; ліній, що з'єднують атоми, насправді не існує, вони проведені лише для того, щоб пояснити характер просторового розташування атомів

3 Розрізняємо кристалічні й аморфні речовини

У ході вивчення будови твердих тіл за допомогою сучасних методів вдалося з'ясувати, що молекули й атоми більшої частини речовин у твердому стані розташовані в *чітко визначеному порядку*, фізики кажуть: утворюють **кристалічні ґратки**. Такі речовини називаються **кристалічними**. Прикладами кристалічних речовин можуть бути алмаз, графіт (рис. 2.25), лід, сіль (рис. 2.26), метали тощо.

Порядок розташування атомів (молекул) у кристалічних ґратках речовини визначає її фізичні властивості. Так, наприклад, алмаз і графіт складаються з тих самих атомів — атомів Карбону, однак ці речовини вельми відрізняються одна від одної, бо в них по-різному розташовані атоми (див. рис. 2.25).

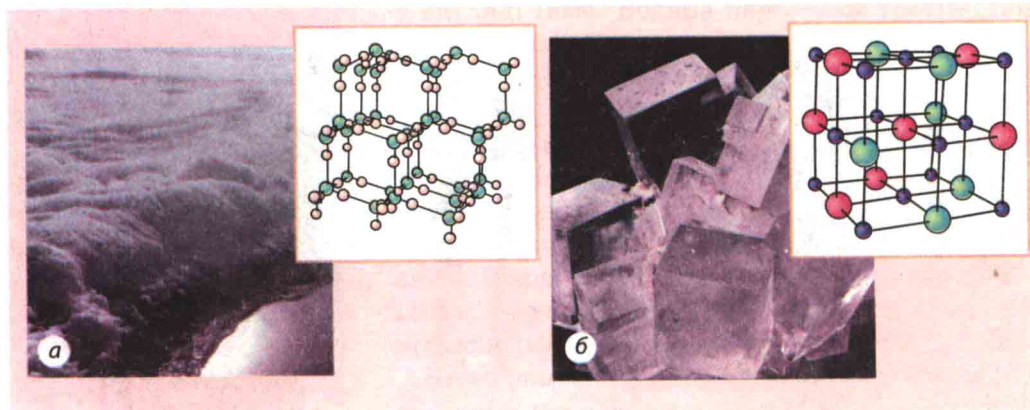


Рис. 2.26. Моделі кристалічних ґраток: а — льоду; б — кухонної солі (маленькі кульки — атоми Натрію, великі — атоми Хлору)



Рис. 2.27. У рідкому стані речовина зберігає об'єм, але набуває форми посудини, у якій міститься

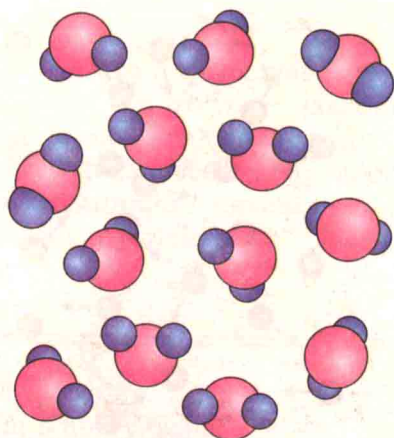


Рис. 2.28. Молекули рідини розташовані майже впритул одна до одної. У невеликому об'ємі рідини спостерігається взаємна орієнтація сусідніх молекул (існує ближній порядок). У цілому ж молекули рідини розташовані хаотично

Існує група твердих речовин (скло, віск, смола, бурштин тощо), молекули (атоми) яких не утворюють кристалічних ґраток і в цілому розташовані безладно. Такі речовини називають **аморфними**.

За певних умов тверді тіла плавляться, тобто переходять у рідкий стан. Кристалічні речовини плавляться за певної температури. Наприклад, лід зазвичай переходить у рідкий стан, якщо температура дорівнює 0°C , нафталін — якщо сягає 80°C , ртуть — якщо падає до -39°C . На відміну від кристалічних, *аморфні речовини не мають певної температури плавлення*. У разі збільшення температури вони переходять у рідкий стан поступово (танення воскової свічки).

4

Спостерігаємо й пояснюємо фізичні властивості рідин

Рідини легко змінюють свою форму й набувають форми тієї посудини, у якій вони містяться, проте об'єм рідини при цьому є незмінним (рис. 2.27). Понад те, якщо ми спробуємо стиснути рідину, нам це не вдасться. Щоб довести нестисливість рідин, науковці провели дослід: воду налили у свинцеву кулю, яку запаляли, а потім стиснули потужним пресом. Вода не стислась, а просочилася крізь стінки кулі.

Здатність рідин зберігати свій об'єм пояснюється тим, що, як і у твердих тілах, молекули в рідинах розташовані близько одна до одної (рис. 2.28).

Молекули рідини доволі щільно впаковані, однак вони не тільки коливаються на тому самому місці в оточенні найближчих «сусідів», але й досить легко можуть переміщуватися об'ємом, зайнятим рідиною. Тому рідини зберігають об'єм, але не зберігають форми — вони є *плинними*.

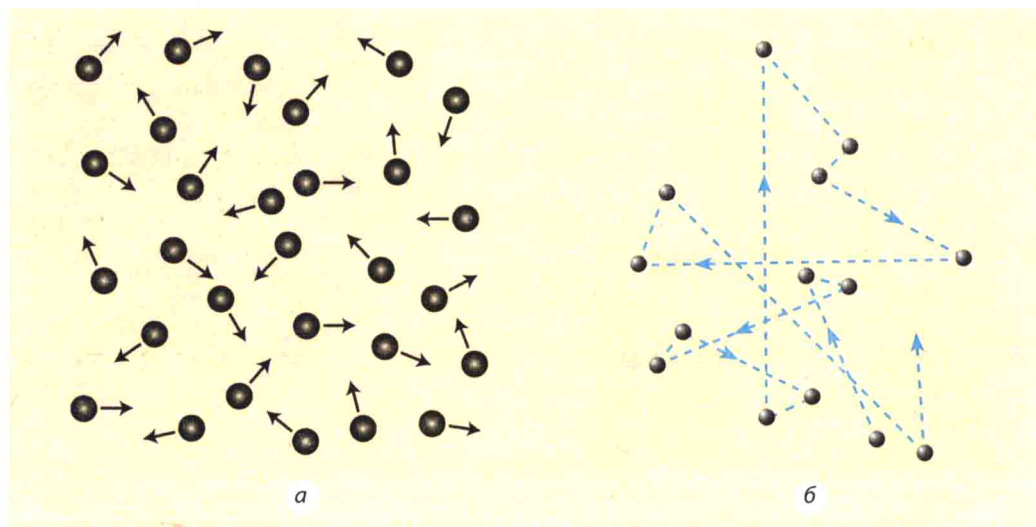


Рис. 2.29. Рух і розташування молекул у газах: а — напрямок руху молекул змінюється в результаті їх зіткнення з іншими молекулами; б — приблизна траєкторія руху молекули повітря за нормального тиску (збільшення в мільйон разів)

5 Пояснюємо фізичні властивості газів

Слово «газ» походить від грецького *chaos* («хаос», «безлад»). І справді, для газоподібного стану речовини характерний повний безлад у взаємному розташуванні та русі молекул.

Молекули газу розташовані на відстанях, які в десятки та сотні разів перевищують розміри молекул. На таких відстанях молекули практично не взаємодіють одна з одною, тому молекули газу розлітаються й газ займає весь наданий об'єм. Великими відстанями між молекулами пояснюється й той факт, що гази легко стиснути.

Щоб зрозуміти, як рухаються молекули газу, уявімо рух однієї молекули. Ось вона рухається в якомусь напрямку, на своєму шляху зіштовхується з іншою молекулою, змінює напрямок і швидкість свого руху й летить далі, до наступного удару (рис. 2.29). Чим більшою є кількість молекул у посудині, тим частіше вони зіштовхуються. Наприклад, кожна молекула, що входить до складу повітря в класній кімнаті, зіштовхується з іншими молекулами та змінює швидкість свого руху приблизно п'ять мільярдів разів за секунду.

ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ

Практично будь-яка речовина залежно від фізичних умов може існувати в трьох агрегатних станах: твердому, рідкому й газоподібному.

Коли речовина переходить з одного стану в інший, змінюється взаємне розташування молекул і характер їхнього руху, однак склад молекул залишається незмінним.



Контрольні запитання

1. Назвіть речовину, яку часто можна спостерігати в трьох різних агрегатних станах. 2. Чи можна стверджувати, що ртуть — завжди рідина, а повітря — завжди газ? 3. Чи відрізняються одна від одної молекули водяної пари і льоду? 4. Чому тверді тіла зберігають об'єм і форму? 5. У чому подібність і в чому відмінність кристалічних і аморфних речовин? 6. Як рухаються молекули в рідинах? 7. Чому гази займають весь наданий об'єм?



Вправи

1. Виберіть правильну відповідь.

Коли перелити рідину з однієї посудини в другу, вона:

- а) змінює і форму, і об'єм;
- б) зберігає і форму, і об'єм;
- в) зберігає об'єм, але змінює форму;
- г) зберігає форму, але змінює об'єм.

2. Вода випарувалась і перетворилась на пару. Чи змінилися при цьому молекули води? Як змінилися розташування молекул і характер їхнього руху?

3. Чи може алюміній бути в газоподібному стані?

4. Чи може газ заповнити банку наполовину?

5. Чи легко стиснути воду? Відповідь обґрунтуйте.

6. Чи можна стверджувати, що в закритій посудині, яка частково заповнена водою, над поверхнею води немає?

7. У чайнику кипить вода. Чи справді ми бачимо водяну пару, що виходить із носика?

Фізика та техніка в Україні



Батько видатного вченого **Миколи Миколайовича Боголюбова** (1909—1992) вважав, що дитина швидше набуває знань, ніж доросла людина, тому почав навчати своїх синів читати й писати з 4-х років, а незабаром познайомив їх і з основами іноземних мов. Микола з дитинства мав надзвичайну працездатність. Знання талановитого 13-річного хлопчика з математики та фізики майже дорівнювали університетському курсу. Тож у 1925 році Президія Укрголовнауки прийняла рішення: «Враховуючи феноменальні здібності з математики, вважати М. М. Боголюбова (у 16 років!!!) на положенні

аспіранта науково-дослідної кафедри в Києві». М. М. Боголюбов (на фото в центрі) протягом усього життя був тісно пов'язаний з українською наукою. Понад 45 років він працював в Академії наук України, був професором Київського університету.



Експериментальні завдання

1. Використовуючи склянку з водою, доведіть, що в гумовій груші є повітря.
2. Аморфні тіла називають дуже в'язкими рідинами. Використовуючи свічку й, наприклад, маркер, доведіть, що віск, хай дуже повільно, але тече. Для цього покладіть маркер на підвіконня, зверху — перпендикулярно до маркера — покладіть свічку й залиште так на кілька днів. Поясніть результати свого експерименту.