

§ 13. РУХ МОЛЕКУЛ. ДИФУЗІЯ

■ Чому запах парфумів поширюється по всій кімнаті? Чи можуть «зростися» два шматочки металу? Від чого залежить швидкість руху атомів і молекул? На ці та інші питання ви зможете відповісти, прочитавши цей параграф.

1

Знайомимося з тепловим рухом

Відповідно до сучасних уявлень, атоми та молекули, з яких складається речовина, перебувають у невинному хаотичному русі. Такий рух називається **тепловим**.

Тепловий рух неможливо побачити неозброєним оком, адже розміри молекул дуже малі.

Однак існує багато фізичних явищ, пояснити які можна тільки з опорою на той факт, що молекули постійно рухаються.



Рис. 2.15. Скориставшись лішкою з довгим носиком, можна акуратно налити розчин мідного купоросу на дно склянки з водою

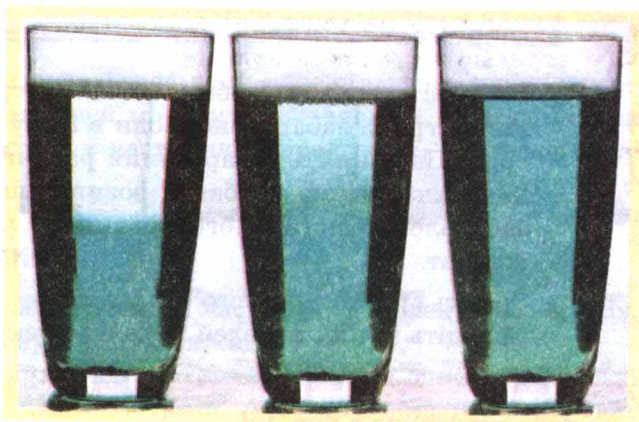


Рис. 2.16. Спостереження явища дифузії в рідинах: у результаті дифузії різка межа між розчином мідного купоросу та водою з часом зникає

2 Пригадаємо означення дифузії

Безперечним *доказом руху молекул* слугує фізичне явище, добре відоме вам із курсу природознавства, — *дифузія* (від латин. *diffusio* — поширення, розтікання).

Нагадаємо, що *дифузією* називають *взаємне проникнення дотичних речовин одна в одну, що відбувається в результаті теплового руху молекул*.

3 Спостерігаємо дифузію в газах і рідинах

Згадайте, що відбувається, коли десь у кімнаті розлити пахучу речовину, наприклад парфуми, — її запах незабаром відчуватиметься скрізь у кімнаті. Це означає, що молекули пахучої речовини, рухаючись, потрапляють у проміжки між молекулами повітря, яким заповнена кімната, тобто спостерігається дифузія. Саме в результаті дифузії в газах ми відчуваємо запах свіжоспеченого хліба з булочної або прогрітої сонцем трави.

Дифузію можна спостерігати й у рідинах. Проведемо такий дослід. У прозорі посудину з чистою водою за допомогою лійки наллємо розчин мідного купоросу так, щоб рідини не змішалися (рис. 2.15). Спочатку ми спостерігаємо різку межу між водою і розчином мідного купоросу. Залишивши посудину в спокої на кілька днів, ми побачимо, що вся рідина в посудині набула бірюзового кольору (рис. 2.16). Причому перемішування рідин відбулося без втручання ззовні. Схематично процес дифузії в рідинах зображено на рис. 2.17. Численні досліди свідчать, що дифузія в рідинах відбувається значно повільніше, ніж у газах. Ще більш повільно відбувається дифузія у твердих тілах. Чому? Відповідь на це запитання слід шукати в особливостях розташування молекул газів, рідин і твердих тіл.

4 З'ясуємо, як пов'язані швидкість руху молекул і температура

Приготуємо дві посудини, як показано на рис. 2.15. Одну з посудин поставимо в тепле місце, другу — у холодне. Подивившись через якийсь час на посудини, ми переконаємося, що в теплому розчині дифузія відбулася набагато швидше.

У разі підвищення температури швидкість дифузії в газах також збільшується.

Залежність швидкості дифузії від температури особливо помітна для твердих тіл. Так, англійський металург Вільям Роберт Остін провів дослід. Він наплавив тонкий диск золота на свинцевий циліндр (рис. 2.18, а) і на кілька днів помістив цей циліндр у піч, де підтримувалася температура близько 400 °С. Виявилося, що золото продифундувало через увесь циліндр (рис. 2.18, б); тим часом за кімнатної температури дифузія практично не спостерігалася.

Таким чином, ми виявили, що чим вищою є температура речовини, тим швидше відбувається дифузія, тобто молекули швидше рухаються.

Доволі складні експерименти показують, що за будь-якої температури в речовині є молекули, які рухаються досить повільно, і молекули, швидкість яких висока. Якщо кількість молекул речовини, що мають високу швидкість, збільшується, тобто збільшується середня швидкість молекул, то це означає, що температура речовини також збільшується.

5 Довідуємося про дифузію в природі та її застосування в техніці

Явище дифузії дуже поширене в природі. Завдяки дифузії вуглекислий газ потрапляє в листя рослин; кисень із повітря — на дно водоймищ; поживні речовини всотуються в кишечник; кисень із легень потрапляє в кров, а з крові — у тканини й т. д.

Дифузію широко застосовують у техніці. Одним із прикладів є дифузійне зварювання металів. Шматки металів міцно притискають один до одного, нагрівають до високої

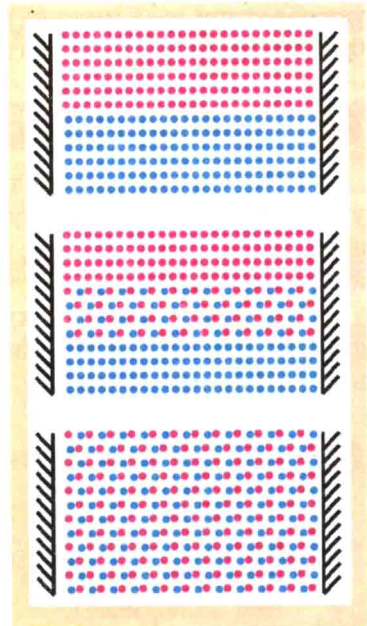


Рис. 2.17. Схематичне зображення процесу дифузії: молекули однієї рідини проникають у проміжки між молекулами іншої, і в результаті з часом рідини повністю перемішуються

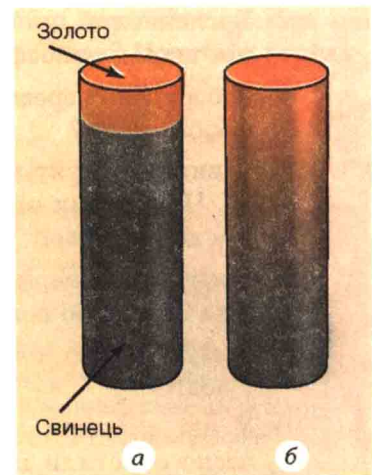


Рис. 2.18. Дослід зі спостереження дифузії у твердих тілах: а — свинцевий циліндр із напаяною золотою пластинкою; б — той самий циліндр наприкінці досліді

температури, але нижчої від температури плавлення. У місці з'єднання відбувається дифузія, і шматки металів ніби зростаються.



ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ

Атоми та молекули, з яких складається речовина, перебувають у невинному хаотичному русі. Такий рух називається тепловим, оскільки збільшення температури речовини відповідає збільшенню середньої швидкості руху її молекул.

Одним із доказів руху молекул є фізичне явище, що називається дифузєю. Дифузія — взаємне проникнення дотичних речовин одна в одну, що відбувається в результаті теплового руху молекул.



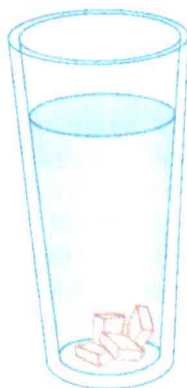
Контрольні запитання

1. Що називають тепловим рухом молекул?
2. Дайте визначення дифузії.
3. Наведіть приклади дифузії в газах, рідинах і твердих тілах.
4. Від чого залежить швидкість дифузії? Поясніть причини цієї залежності.
5. Наведіть приклади дифузії в природі.

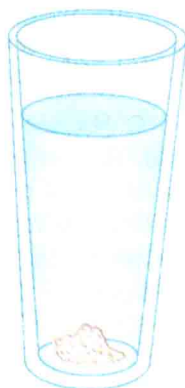


Вправи

1. У чому відмінність холодної води від гарячої з «молекулярного погляду»?
2. У якому стані речовини (газоподібному, твердому чи рідкому) дифузія відбувається швидше? Чому?
3. Вуглекислий газ важчий за інші гази, однак він присутній у верхніх шарах атмосфери. Поясніть це явище.
4. Заборонено перевозити разом з їжею такі речовини, як гас, бензин, фарби. Чому?
5. Швидкість руху молекул газу становить кілька сот метрів за секунду. Чому ж ми відчуваємо запах розлитої рідини не миттєво, а через деякий час?
6. Чому чай заварюють окропом, а не холодною водою?
7. Чому сушена слива розбухає у воді?
8. У дві склянки з водою одночасно опустили по однаковому шматочку цукру (див. рисунок). У якій склянці початкова температура води була вищою?
9. Відчувши небезпеку, кальмар викидає темно-синю захисну рідину. Чому через якийсь час



а



б

вода, забарвлена цією рідиною, навіть у спокійному стані знову стає прозорою?

10. Чи правильним, на вашу думку, є твердження, що запах свіжого хліба з пекарні поширюється лише в тому напрямку, куди дме вітер? Обґрунтуйте свою відповідь.

Експериментальні завдання

1. Надуйте дві повітряні кульки. Одну кульку помістіть у тепле місце, другу — у холодне. Через добу порівняйте, яка кулька виявилася менше здutoю. Чому?

2. Приготуйте міцний розчин кухонної солі. Налийте в склянку чисту воду, потім за допомогою лійки обережно налейте розчин солі на дно склянки (див. рисунок). Спробуйте верхню рідину на смак, переконайтеся, що вона неслонна. Відставте склянку на добу, а потім знову спробуйте воду. Який результат ви одержали? Поясніть його.



3. Візьміть дві тонкостінні склянки. В одну з них налейте холодної води, у другу — гарячої. За допомогою піпетки опустіть на дно кожної склянки кілька крапель міцного чаю. Поясніть результати.

Фізика й техніка в Україні



Іван Павлович Пулюй (1845—1918) народився на Тернопільщині.

Учені особливо відзначають праці Івана Пулюя в галузі молекулярної фізики — дані про коефіцієнти внутрішнього тертя та дифузію газів і пари. Ці дані є вихідними, коли обчислюють такі мікроскопічні величини, як середня довжина вільного пробігу молекул, їх кількість в одній грам-молекулі тощо. У галузі електротехніки Іван Пулюй удосконалив технологію виготовлення освітлювальних ламп, першим дослідив неонове світло. За участі Пулюя запущено ряд електростанцій на постійному струмі в Австро-Угорщині, а також першу в Європі на змінному струмі. Значним є внесок Пулюя в дослідження рентгенівських променів.