

§ 34. ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГІЯ

?! У новинах, коли йдеться про космічні дослідження, ви, напевне, чули фразу типу: «Супутник увійшов в атмосферу Землі й припинив своє існування». Але ж відомо, що супутник мав величезну механічну енергію: кінетичну, оскільки він рухався, та потенціальну, оскільки був високо над поверхнею Землі. Виникає запитання: куди щезла колосальна енергія супутника? Фізики пояснюють, що вона передалася молекулам повітря та супутника, тобто перейшла в енергію усередині речовини. Природно тому, що цю енергію називають внутрішньою. Про те, що таке «внутрішня енергія», і йтиметься далі.

1 Знайомимося з поняттям внутрішньої енергії

Ми вже звертали увагу на те, що завдяки тепловому руху *кожна частинка речовини завжди має кінетичну енергію* (рис. 34.1).

Зрозуміло, що значення кінетичної енергії окремої частинки невелике, оскільки маса частинки є дуже малою. Наприклад, кінетична енергія, що припадає в середньому на одну молекулу газу за кімнатної температури, становить приблизно $5 \cdot 10^{-21}$ Дж. Водночас кількість молекул в одиниці об'єму речовини величезна. Так, сума кінетичних енергій усіх молекул повітря у великій шафі становить близько $4 \cdot 10^5$ Дж (рис. 34.2).

Крім кінетичної енергії частинки речовини мають і потенціальну енергію, тому що (пригадайте атомно-молекулярну теорію) взаємодіють одна з одною: притягуються й відштовхуються.

Суму кінетичної енергії теплового руху частинок, із яких складається тіло, і потенціальної енергії їхньої взаємодії називають **внутрішньою енергією тіла**

Одиницею внутрішньої енергії в СІ є **джоуль** (Дж).

2 З'ясуємо, від чого залежить внутрішня енергія тіла

Мірою середньої кінетичної енергії руху частинок, із яких складається тіло, є температура. Тому зміна температури означає й зміну сумарної кінетичної енергії всіх частинок, а отже, зміну внутрішньої енергії тіла.

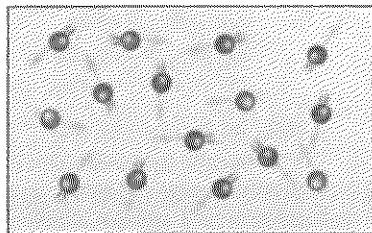


Рис. 34.1. Кожна частинка речовини перебуває в стані безперервного хаотичного руху, завдяки чому має кінетичну енергію



Рис. 34.2. Сума кінетичних енергій усіх молекул повітря у великій шафі становить близько 0,4 МДж. Цієї енергії достатньо, щоб усіх учнів вашого класу піднести приблизно 25 м

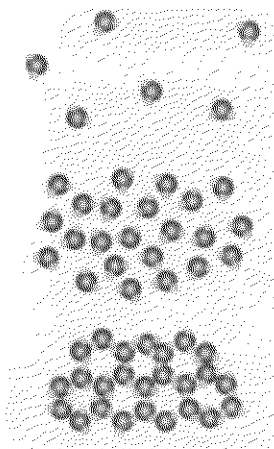


Рис. 34.3. У різних агрегатних станах взаємне розташування молекул речовини є різним, тому відрізняється і потенціальна енергія взаємодії молекул

Крім того, зі зміною температури тіло розширюється або стискається. При цьому змінюється відстань між частинками речовини і, як наслідок, змінюється потенціальна енергія їхньої взаємодії. Це теж, у свою чергу, зумовлює зміну внутрішньої енергії тіла.

Отже, *внутрішня енергія тіла залежить від температури тіла.*

Також *внутрішня енергія залежить від агрегатного стану речовини:* у результаті зміни агрегатного стану змінюється взаємне розташування її частинок, тому змінюється й потенціальна енергія їхньої взаємодії (рис. 34.3, 34.4).

3 Розрізняємо внутрішню і механічну енергії
Під час вивчення механіки йшлося про те, що суму кінетичної та потенціальної енергій системи тіл називають повною механічною енергією цієї системи. Дехто з вас, можливо, скаже: «То виходить, що внутрішня й механічна енергія — одне й те саме!» Проте це не так.

Дещо схожі за формальними ознаками, ці поняття значно відрізняються за своєю сутністю — їх навіть вивчають у різних розділах фізики. Згодом ви дізнаєтеся про це детальніше, а зараз зазначимо тільки деякі відмінності.

По-перше, коли розглядають механічну енергію, то це означає, що йдеться про тіло (або декілька тіл). А от коли розглядають внутрішню енергію, то йдеться про рух та взаємодію дуже великої кількості частинок (10^{23} або більше). Зрозуміло, що у випадку з внутрішньою енергією не можна відстежити індивідуальні характеристики кожної частинки, — тому фізики використовують тільки *середні характеристики* (про середню кінетичну енергію ви вже знаєте).

По-друге, для одного фізичного тіла ми завжди можемо знайти систему відліку, відносно якої це тіло не буде мати механічної енергії (див. рис. 29.4). Проте неможливо знайти систему відліку, відносно якої дорівнювала б нулю внутрішня енергія тіла, оскільки не існує системи відліку, відносно якої усі частинки тіла не рухались би.

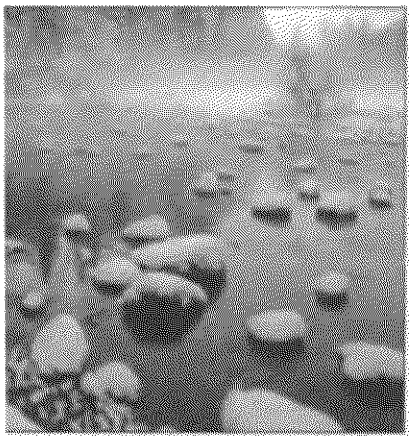


Рис. 34.4. За однакової температури внутрішня енергія льоду є меншою за внутрішню енергію такої самої маси води: під час переходу речовини з твердого стану в рідкий збільшується потенціальна енергія взаємодії молекул води

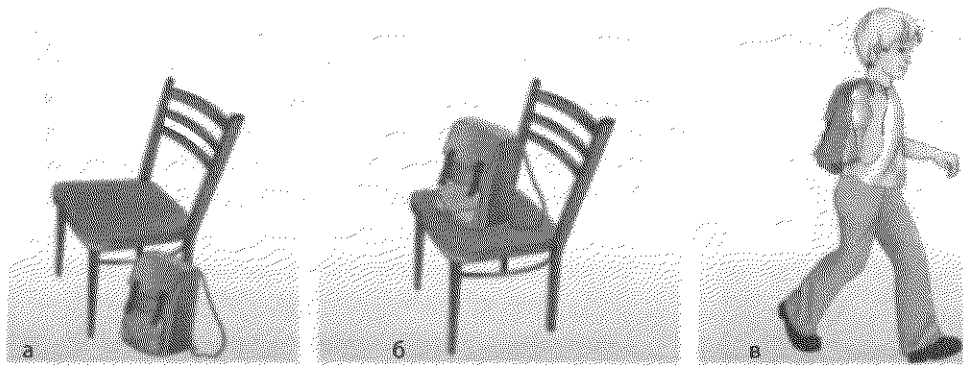


Рис. 34.5. Внутрішня енергія наплічника, що стоїть на стільці (а), лежить на підлозі (б) або рухається разом із хлопчиком (в), є однаковою, а механічна енергія — різною

По-третє, механічна енергія залежить від руху й розташування фізичного тіла відносно інших тіл або частин тіла відносно одна одної. Натомість внутрішня енергія визначається характером руху та взаємодії тільки частинок тіла. Так, внутрішня енергія наплічника, що стоїть на стільці, лежить на підлозі або «подорожує» разом із вами шкільним коридором, є однаковою. А от його механічна енергія у цих ситуаціях буде різною (рис. 34.5).

Підбиваємо підсумки

Будь-яке фізичне тіло має внутрішню енергію. Внутрішня енергія тіла — це сума кінетичних енергій усіх частинок, із яких складається тіло й потенціальних енергій їхньої взаємодії.

Внутрішня енергія тіла залежить від його температури та агрегатного стану речовини, з якої це тіло складається.

Контрольні запитання

1. Чому частинки речовини мають потенціальну енергію? завжди мають кінетичну енергію?
2. Що називають внутрішньою енергією тіла?
3. Від чого залежить внутрішня енергія тіла?
4. Доки лід плавиться, його температура не змінюється. Чи змінюється при цьому внутрішня енергія льоду?
5. Чи може тіло мати внутрішню енергію, але не мати при цьому механічної енергії?

Вправа № 34

1. Якщо підняти камінь з поверхні землі, то потенціальна енергія каменя, а отже, кожної його частинки, збільшується. Чи означає це, що внутрішня енергія каменя також збільшується? Обґрунтуйте свою відповідь.
2. М'яч кинуту вгору. Як під час руху м'яча змінюється його внутрішня енергія? механічна енергія? Опором повітря знехтувати.
3. Як змінюються внутрішня й механічна енергії пляшки з водою у вашому наплічнику, коли ви в морозну погоду заходите з вулиці в теплий будинок? піднімаєтеся на другий поверх будівлі? прискорюєте рух шкільним коридором?
4. Металеву кульку підвісили на мотузці й нагріли. Як змінилася внутрішня енергія кульки? механічна енергія?