

§ 33. ТЕПЛОВИЙ СТАН ТІЛ. ТЕМПЕРАТУРА ТА ЇЇ ВИМІРЮВАННЯ

?!

Усім змалку є звичними слова: гаряче, тепле, холодне. «Обережно, чашка гаряча, обпечешся»,— застерігали нас дорослі. Ми не розуміли, що означає «гаряча», доторкалися до чашки — і обпікалися. «Сніг холодний, не знімай рукавичок, пальчики змерзнуть»,— умовляла бабуся. Нам дуже хотілося дізнатись, а як це — «холодний», ми знімали рукавички й невдовзі розуміли значення цього слова. «Доведеться побути в ліжку. Температура висока»,— наполягав лікар. А що ж таке температура з погляду фізики?

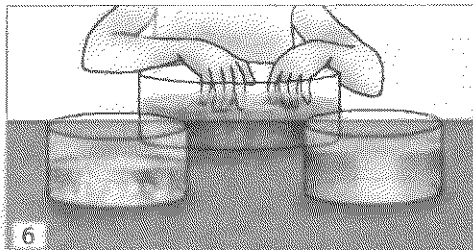
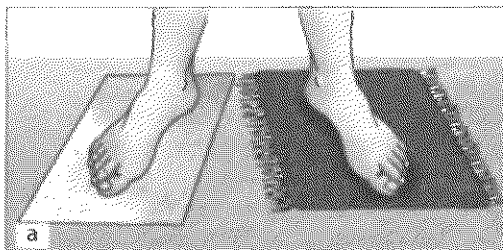
1

Знайомимося з поняттям «температура»

Початкових уявлень про температуру людина набула за допомогою дотику. Характеризуючи, наприклад, тепловий стан дуже холодного тіла, можна сказати про нього «крижане», тобто порівняти свої відчуття від дотику до цього тіла з відчуттями, що виникають унаслідок дотику до криги.

Визначаючи, *наскільки нагріті* ті чи інші тіла, ми порівнюємо їхні температури. Коли говорять: «Сьогодні надворі тепліше, ніж учора», — це означає, що температура повітря на вулиці сьогодні вища, ніж учора; фраза «Сніг на дотик холодний» означає, що температура снігу нижча від температури руки. Таким чином, на інтуїтивному рівні ми визначаємо температуру тіла як фізичну величину, що характеризує ступінь нагрітості тіла.

Рис. 33.1. Досліди на підтвердження суб'єктивності наших відчуттів: а — гладенький на дотик папір здається холоднішим, ніж шорсткий килимок; б — якщо занурити ліву руку в теплу воду, праву — в холодну, а через певний час обидві руки помістити в посудину з водою кімнатної температури, то виникне дивне відчуття: ту саму воду ліва рука сприйме як холодну, а права — як теплу



Однак, визначаючи ступінь нагрітості тіл на дотик, можна дати лише приблизну оцінку їхньої температури. Крім того, не завжди можна торкнутися тіла та оцінити, наскільки воно гаряче або холодне. Більш того, відчуття можуть обманювати нас. Справді, за тієї самої кімнатної температури металеві предмети здаються холоднішими від дерев'яних або пластмасових, а шорсткі — теплішими за гладенькі (рис. 33.1, а). І навіть одне тіло в той самий момент може мати на дотик різний ступінь нагрітості (рис. 33.1, б). Тому для *якіснішого порівняння температур тіл використовують не суб'єктивні, а об'єктивні чинники*. Про деякі з них ітиметься нижче.

2 Вводимо поняття теплової рівноваги

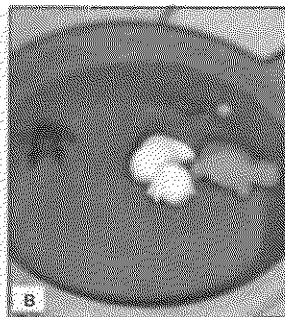
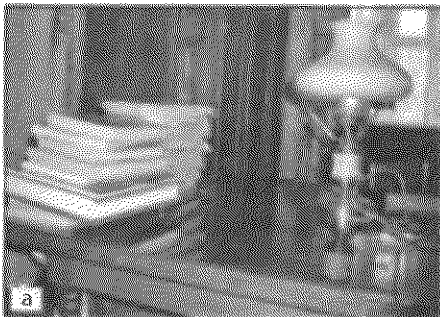
Досліди показують: коли більш нагріте тіло контактує з менш нагрітим, то більш нагріте тіло завжди охолоджується, а менш нагріте — нагрівається. До того ж можуть змінюватися й інші властивості тіл: вони можуть стати більшими або меншими за розмірами, перейти в інший агрегатний стан, краще чи гірше проводитимуть електричний струм, випромінюватимуть світло іншого кольору тощо. Натомість однаково нагріті тіла, контактуючи одне з одним, не змінюють своїх властивостей, і тоді кажуть, що ці тіла перебувають *у стані теплової рівноваги* (рис. 33.2). Отже, надамо означення температури.

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

3 Згадуємо фізичний зміст поняття температури

Із курсу фізики 7-го класу ви знаєте, що температура тіла тісно пов'язана зі швидкістю хаотичного руху його мікрочастинок (атомів, молекул, іонів). Цей рух так і називають — *тепловий*.

Рис. 33.2. Однаково гарячі або однаково холодні тіла перебувають у стані теплової рівноваги: а — книжка, що лежить на столі, перебуває у стані теплової рівноваги зі столом; б — дерево перебуває у стані теплової рівноваги з повітрям; в — іграшки перебувають у стані теплової рівноваги з водою



Частинки тіла завжди рухаються, отже, завжди *мають кінетичну енергію*. Чим швидше рухаються частинки, тим вища температура тіла.

Ви також знаєте, що швидкість руху окремих частинок, а отже, їхня кінетична енергія постійно змінюються. Але під час теплової рівноваги середня кінетична енергія частинок усіх тіл системи, тобто кінетична енергія, що припадає в середньому на кожную частинку, є однаковою. Таким чином, з точки зору атомно-молекулярної теорії *температура є мірою середньої кінетичної енергії хаотичного руху частинок, із яких складається тіло (система тіл)*.

Отже, ми знайшли певний об'єктивний чинник для визначення температури — це середня кінетична енергія частинок речовини. Цей чинник не залежить від наших відчуттів, проте він аж ніяк не допоможе виміряти температуру. Адже безпосередньо виміряти середню кінетичну енергію руху частинок неможливо.

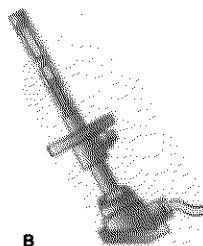
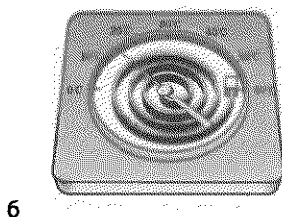
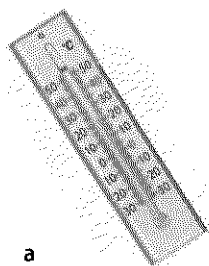
4 Вимірюємо температуру

Вже зазначалося, що зі зміною температури тіла змінюються і його певні властивості. Таким чином, вимірюючи фізичну величину, що характеризує якусь із таких властивостей тіла, можна зробити висновок і про зміну його температури.

Прилади для вимірювання температури називають **термометрами** (від грец. *thermos* — теплий) (рис. 33.3).

Розглянемо *рідинний* термометр, принцип дії якого ґрунтується на розширенні рідини під час нагрівання (з цим явищем ви знайомі із 7-го класу). Найпростіший рідинний термометр (рис. 33.4) складається з резервуара, наповненого рідиною, довгої тонкої трубки, в яку виступає стовпчик цієї рідини, і шкали. Довжина стовпчика рідини є мірою температури: чим вища температура тіла, тим вищим є стовпчик рідини в термометрі.

Рис. 33.3. Різні види термометрів: *а* — *рідинний* (мірою температури є довжина стовпчика рідини); *б* — *металевий* (біметалічна пластинка, яка з'єднана зі стрілкою термометра, вигинається в результаті нагрівання); *в* — *термометр опору* (зі зміною температури змінюється сила електричного струму в колі); *г* — *медичний* (унаслідок зміни температури змінюється колір відповідної ділянки термометра)



Щоб за довжиною стовпчика рідини можна було визначати температуру, слід нанести шкалу, насамперед позначивши на ній так звані *реперні точки*. Такі точки мають бути однозначно пов'язані з якимись фізичними процесами, які легко відтворити. Так, для виготовлення найбільш використовуваної шкали *Цельсія* за реперні точки беруть:

— *температуру танення чистого льоду за нормального атмосферного тиску*. Для цього майбутній термометр опускають у лід, що тоне, і, дочекавшись, коли стовпчик рідини припинить рух, навпроти верхнього положення стовпчика ставлять позначку 0°C (рис. 33.5, а);

— *температуру кипіння води за нормального атмосферного тиску*. Термометр частково занурюють у киплячу воду і положення стовпчика рідини позначають як 100°C (рис. 33.5, б).

Поділивши проміжок між позначками 0 і 100°C на сто рівних частин, дістанемо термометр, який проградуєвано за шкалою *Цельсія*, та одиницю температури за цією шкалою — *градус Цельсія** ($^{\circ}\text{C}$).

Один градус Цельсія дорівнює одній сотій частині зміни температури води під час її нагрівання від температури плавлення до температури кипіння за нормального атмосферного тиску.

Температуру, виміряну за шкалою *Цельсія*, позначають символом t .

Звернемо увагу на таку обставину. *Термометр завжди показує свою власну температуру*, отже, вимірюючи температуру будь-якого тіла, слід дочекатися стану теплової рівноваги між цим тілом і термометром.

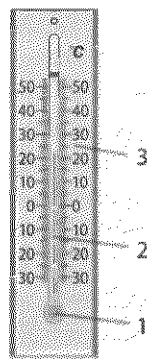


Рис. 33.4. Будова рідинного термометра: 1 — резервуар; 2 — трубка; 3 — шкала

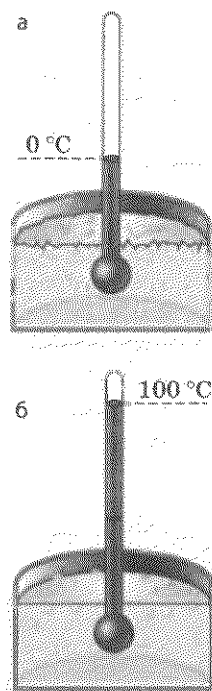


Рис. 33.5. Побудова температурної шкали *Цельсія*: а — температурі танення льоду приписують значення 0°C ; б — температурі кипіння води — значення 100°C

* Крім шкали *Цельсія*, використовують інші температурні шкали: Кельвіна, Фаренгейта, Реомюра. У СІ за основну одиницю температури взято *кельвін* (K).

5 Підбиваємо підсумки

Якщо в будь-який спосіб створити контакт між тілами і певний час почекати, врешті-решт їх властивості припинять змінюватися. Тоді говорять, що тіла перебувають у стані теплової рівноваги. Фізичну величину, яка характеризує стан теплової рівноваги, називають температурою. Температура є мірою середньої кінетичної енергії руху частинок, із яких складається тіло.

На практиці ми частіше маємо справу з такою одиницею температури, як градус Цельсія ($^{\circ}\text{C}$). Один градус Цельсія дорівнює одній сотій частині зміни температури води під час її нагрівання від температури плавлення до температури кипіння за нормального атмосферного тиску.

Прилади для вимірювання температури називають термометрами. Дія термометрів ґрунтується на зміні властивостей тіл, що пов'язані зі зміною температури.

?

Контрольні запитання

1. Чому неможливо точно оцінити температуру тіла за допомогою відчуттів?
2. У чому полягає стан теплової рівноваги?
3. Дайте означення температури тіла.
4. Чому хаотичний рух молекул тіла називають тепловим рухом?
5. Що таке термометр?
6. Наведіть приклади різних термометрів. Опишіть принцип дії рідинного термометра.
7. Назвіть реперні точки шкали Цельсія.
8. Температуру якого тіла завжди показує термометр?



Вправа № 33

1. Пригадайте будову й принцип дії рідинного термометра та поясніть, що сильніше розширюється під час нагрівання: скло чи рідина? Обґрунтуйте відповідь.
2. Уявіть термометр, який замість ртуті заповнено водою. Чим такий термометр буде незручним? Назвіть як мінімум два недоліки.
3. Вимірюючи температуру тіла, термометр слід тримати кілька хвилин. Чому?
4. Чому розміри термометра мають бути невеликими порівняно з розмірами тіла, температуру якого вимірюють?

9

Експериментальне завдання

Проведіть дослід із гарячою та холодною водою, описаний у пункті 1 параграфа. Опишіть послідовність своїх дій та зробіть висновок.



ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича був заснований у 1875 р. указом імператора Австро-Угорщини Франца Йосифа. Тоді в університеті були лише теологічний, філософський та юридичний факультети.

Сьогодні в університеті функціонує 16 факультетів, де навчається понад 16 тисяч студентів. Навчально-наукову роботу забезпечують майже 100 докторів наук, професорів, близько 500 кандидатів наук, доцентів.

Серед основних напрямків досліджень, пов'язаних з фізикою, можна назвати теоретичні та прикладні дослідження напівпровідникового матеріалознавства; розроблення нових технологій, матеріалів, мікросхем і приладів для опти-, радіо- та мікроелектроніки, напівпровідникового приладобудування; статичну оптику; голографію та ін.