

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», торкалися чашки — і обпікалися.

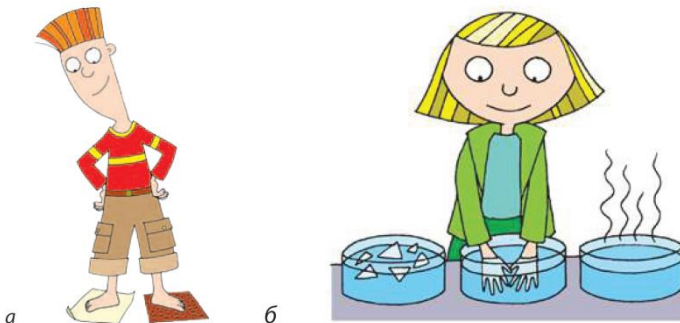
«Сніг холодний, не знімай рукавичок, пальчики змерзнуть»,— умовляла бабуся. Нам дуже хотілося дізнатись, а як це — «холодний», ми знімали рукавички й невдовзі розуміли значення цього слова.

«Доведеться побути в ліжку. Температура висока»,— наполягав лікар...

А що ж таке *температура* з погляду фізики?

Знайомимося з поняттям «температура»

Початкових уявлень про температуру людина набула за допомогою дотику. Але відчуття тепла або холоду є суб'єктивними. За однакової кімнатної температури:



а — гладенький папір здається холоднішим, ніж шорсткий килимок; металеві предмети здаються холоднішими від дерев'яних або пластмасових.

б — якщо занурити ліву руку в теплу воду, праву — в холодну, а через деякий 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.

Тобто, відчуття можуть нас обманювати.

Вводимо поняття теплової рівноваги

Питання класу

- Що стане з гарячим чайником, якщо його вимкнути та залишити на плиті?
- Що стане із соком, якщо поставити його в холодильник?
- Що стане з холодильником, якщо відключити його від електромережі?

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 проводити електричний струм;
- можуть випромінювати світло іншого кольору.

Натомість однаково нагріті тіла, контактуючи одне з одним, не змінюють своїх властивостей, і тоді кажуть, що ці тіла перебувають у *стані теплової рівноваги*.

Наприклад:

- книжки перебувають у стані теплової рівноваги зі столом;
- дерево перебуває у стані теплової рівноваги з повітрям;
- іграшки перебувають у стані теплової рівноваги з водою.



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

Дізнаємось про фізичний зміст температури

Із курсу фізики 7 класу ви знаєте, що температура тіла тісно пов'язана зі швидкістю хаотичного руху його частинок (атомів, молекул, йонів).

Тепловий рух — це хаотичний рух молекул і атомів, який визначає температуру тіла.

Частинки тіла завжди рухаються, отже, завжди мають кінетичну енергію.

Чим швидше рухаються частинки, тим вища температура тіла.

Швидкість руху окремих частинок (а отже, їхня кінетична енергія) постійно змінюється. Але в стані теплової рівноваги середня кінетична енергія частинок усіх тіл системи (тобто кінетична енергія, що припадає в середньому на одну частинку) є однаковою.

Температура — міра середньої кінетичної енергії хаотичного руху частинок, із яких складається тіло.

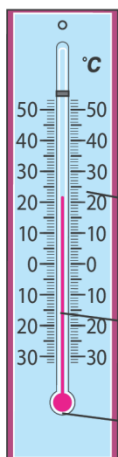
Вимірюємо температуру

Термометри — прилади для вимірювання температури.

Перший термометр (термоскоп) сконструював Галілео Галілей.

Поточне значення температури визначається по нижньому поплавцю, котрий піднявся угору.





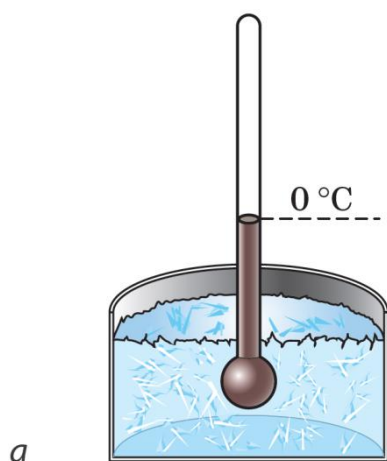
Дія термометрів заснована на тому, що зі зміною температури тіла змінюються певні властивості цього тіла.

Розглянемо, наприклад, **рідинний термометр**, дія якого ґрунтується на розширенні рідини під час нагрівання.

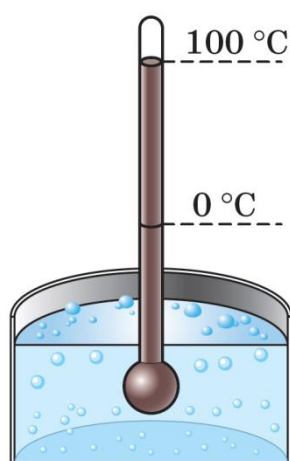
Будова рідинного термометра:

- 1 — резервуар з рідиною;
- 2 — трубка;
- 3 — шкала.

Зусиллями шведського вченого Андерса Цельсія в 1742 створено нову шкалу для вимірювання температури, якою ми користуємося й сьогодні.



а



б

а — температурі танення льоду приписують значення 0 °С;

б — температурі кипіння води приписують значення 100 °С.

Поділивши відстань між позначками 0 і 100 °С на сто рівних частин, дістанемо термометр, який проградуєвано за шкалою Цельсія, та одиницю температури за цією шкалою — градус Цельсія (°С).

1 °С 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 :

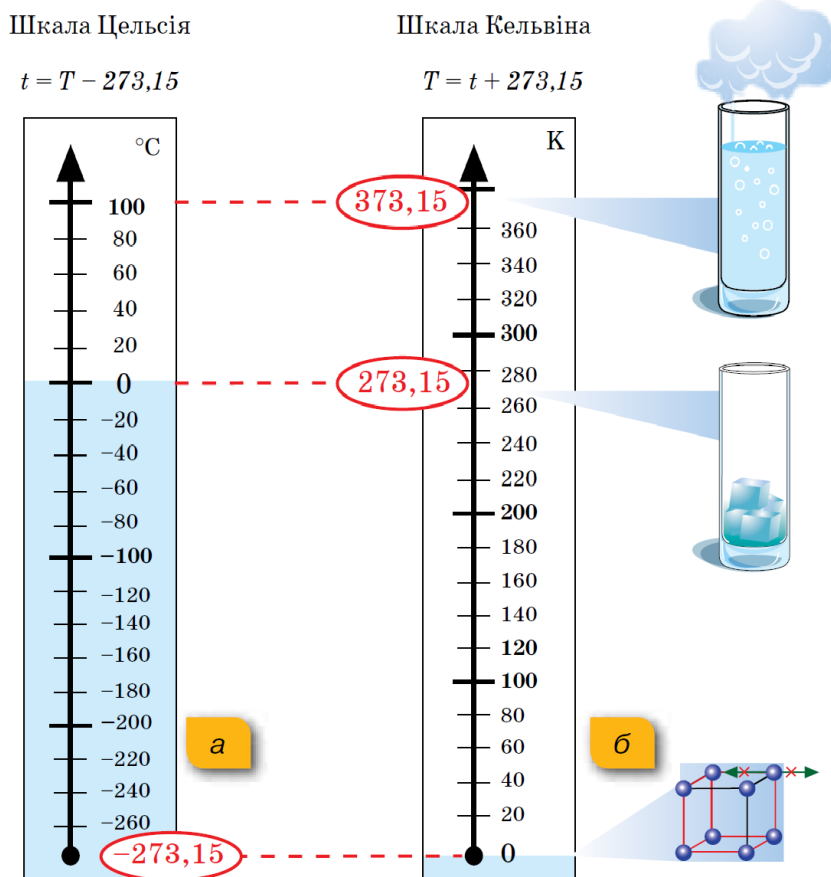
$$[t] = ^\circ\text{C}.$$

У СІ за основну одиницю температури взято **кельвін (К)**.

(Нуль цієї шкали є умовною точкою відліку й відповідає такому тепловому стану тіла, за якого припинився б тепловий рух атомів і молекул.).

При цьому **1°С = 1 К**.

$$T = t + 273,15; t = T - 273,15$$



Розв'язування задач

1. Коли зручніше користуватися спиртовим, а коли ртутним термометром? 2. Чим незручний був би термометр із водою замість ртуті?
3. Чому розміри термометра повинні бути невеликими порівняно з розмірами тіла, температуру якого вимірюють цим термометром?
4. Чому показання медичного термометра варто дивитися лише через 5 хв після того, як він був поставлений хворому?
5. Що показує термометр — температуру тіла чи температуру самого термометра?
6. Розташуйте подані показники температури у порядку зростання:
 $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+21\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$
7. Розташуйте подані показники температури у порядку спадання:
 $+31\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+11\text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Уранці хлопчик виміряв температуру свого тіла, і з'ясувалося, що вона становить $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. На скільки ця температура має зменшитися, щоб лікар дозволив хлопчику йти до школи?
9. Ціна поділки ртутного термометра становить $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а відстань між найближчими рисками на шкалі — 1 мм. На скільки зміниться довжина стовпчика ртуті в термометрі, якщо температура підвищиться на $15\text{ }^{\circ}\text{C}$?
10. Запропонуйте свій спосіб градусування термометра, тобто створіть свою температурну шкалу.

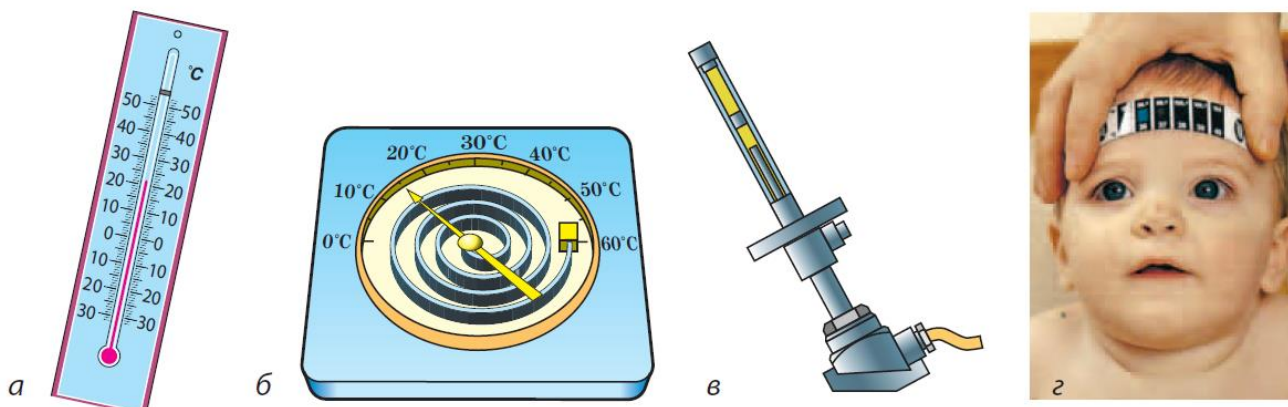
ЗАПИТАННЯ

1. Чому не завжди можна оцінити температуру тіла на дотик?
2. У чому полягає стан теплової рівноваги?

3. Дайте означення температури тіла.
4. Чому хаотичний рух частинок тіла називають тепловим рухом?
5. Опишіть принцип дії рідинного термометра.
6. Назвіть реперні точки шкали Цельсія.

ЦІКОВО ЗНАТИ

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 опір робочої частини термометра);
 г — *медичний* (унаслідок зміни температури змінюється колір відповідної ділянки термометра)

Температурні рекорди у природі та техніці

Найхолодніше місце на Землі знаходиться на Південному полюсі нашої планети. Тут 10 серпня 2010 р. за допомогою обладнання космічного супутника Landsat-8 було зафіксовано температуру $-93,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для порівняння: одним із найхолодніших місць у Сонячній системі є темний кратер на Місяці ($-238\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Найхолодніший об'єкт, що відомий ученим, розташований у сузір'ї Кентавра на відстані 5000 світлових років від Землі. Температура там становить усього 1 Кельвін, або $-272,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, що на один градус вище абсолютного нуля. За цієї температури замерзає навіть водень — найлегший із усіх відомих газів.

За низьких та наднизьких температур речовини мають унікальні властивості, що збільшує перспективи їхнього використання в сучасній науці та техніці. Отримання речовин за наднизьких температур та дослідження їхніх властивостей здійснюють у криогенних лабораторіях.

В Україні дослідження речовин в умовах наднизьких температур розпочалося у створеному в Харкові в 1928 р. Українському фізико-технічному інституті (УФТІ). Завдяки першому директору УФТІ І. В. Обреїмову було засновано одну з найпотужніших у Європі криогенну лабораторію. У 1930 р. лабораторію очолив Л. В. Шубніков. За часів його керівництва розпочато дослідження проблем надпровідності, магнетизму, термодинамічних властивостей речовин в умовах наднизьких температур. Уже в 1930 р. співробітники лабораторії розробили технологію отримання рідкого азоту, у 1931-му — рідкого водню, у 1932-му — рідкого гелію.

Найвищі температури

Найвища температура на Землі — в пустелі на півдні Ірану, де у 2005 р. температура піднялася до $70,7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На глибині 30–50 км надра Землі нагріті до $1000\text{--}1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Установлено, що поміж зірок найвища температура — на так званих блакитних зорях, температура їх поверхні $10\ 000\text{--}30\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$. У надрах зорі мають ще вищу температуру. За підрахунками вчених, ця температура становить кілька мільйонів градусів Цельсія.

Як не дивно, але температурний рекорд із найвищих температур у Всесвіті (близько 10 трильйонів $^{\circ}\text{C}$) було встановлено 7 листопада 2011 р. в Швейцарії під час експерименту на Великому адронному колайдері (найпотужнішому прискорювачеві найдрібніших часток).

Температура й людський організм

Середня температура людського тіла зазвичай коливається в діапазоні між $36,5$ і $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Критично висока температура тіла — 42 °С, за неї відбувається порушення обміну речовин у тканинах мозку.

Вважається, що організм людини краще пристосований до холоду. Наприклад, зниження температури тіла до 32 °С викликає озноб, але не становить серйозної небезпеки. За температури 27 °С настає кома, відбувається порушення серцевої діяльності та дихання. Температура тіла нижче 25 °С є критичною. Проте відомі випадки, коли деяким людям вдалося вижити, перебуваючи тривалий час у сніговому заметі.

Виявлено, що за короткотривалого контакту з дуже низькими температурами організм людини миттєво мобілізує свої захисні сили, прискорює обмінні процеси й запускає механізми самолікування. Таку процедуру здійснюють у кріосаунах, де використовується повітряно-азотна суміш, що має температуру –140 °С. Триває ця процедура близько 2–3 хвилин.

Дівчатка можуть хизуватися термолаком для нігтів. Він має властивість змінювати свій колір залежно від температури. За його відтінками можна оцінити, чи холодно рукам. Якщо відтінок світлий — руки теплі, якщо темний — то треба хутчіше зігрітися.

Температура тіла теплокровних тварин

У кажанів у стані сплячки 13 °С

у золотистого хом'ячка 35 °С

у слона 35 °С

у коня 37,6 °С

у корови 38,3 °С

у кішки 38,6 °С

у собаки 38,9 °С

у барана 39 °С

у свині 39,1 °С

у кроля 39,5 °С

у кози 39,9 °С

у курки 41,5 °С