

Термодинамічне означення температури та газові закони

Перехід до абсолютної температури.

1⁰. Термометр. Дослідні (емпіричні) температурні шкали

Незмінність характеристик (параметрів) тіла, наприклад, об'єму, свідчить про стан термодинамічної (теплової) рівноваги даного тіла з оточуючими тілами. *Термодинамічною рівновагою* називають стан, в якому параметри системи можуть зберігати свої значення як завгодно довго.

За величиною зміни характеристик тіла можна судити, наскільки стан тіла відхиляється від термодинамічної рівноваги з попереднім оточенням. У випадку трубки зі ртуттю, про величину такого відхилення може свідчити висота стовпчика ртуті.

Особливо точні висновки можна зробити, якщо стан рівноваги з деяким тілом прийняти за початковий.

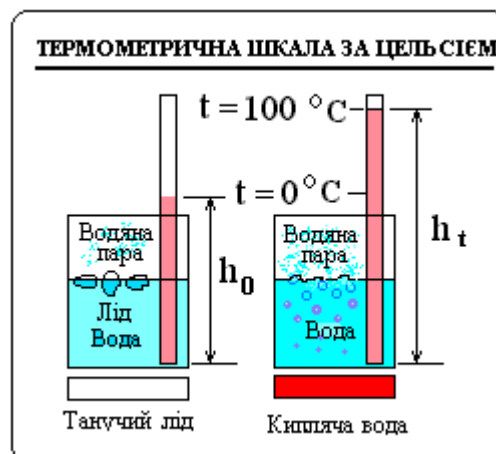
Міра відхилення стану тіла від термодинамічної рівноваги з тілом, стан якого прийнято за початковий, називається температурою (термодинамічне означення).

Отже, якщо два тіла знаходяться в термодинамічній рівновазі одне з одним, то їх температура є однаковою.

Виходячи з цього, температуру можна вимірювати приведенням даного тіла в термодинамічну рівновагу з стандартним тілом (термометром), за параметрами якого визначається температура.

Для отримання числового значення температури, *термометричне тіло* попередньо градуують, відмічаючи значення параметрів при термодинамічній рівновазі з двома тілами в різних станах. Різниці параметрів в цих певних, опорних станах приписують певне число одиниць температури, причому, деякий стан приймають за *початок відліку температури*.

Зокрема, таким термометричним тілом



(термометром) може служити проградуйована трубка зі ртуттю, або підфарбованим спиртом. Позначена цифрою відмітка, на якій зупиняється стовпчик, дає числове значення температури.

Визначена подібним способом температура, називається **дослідною, або емпіричною температурою**.

Опорні (реперні) стани речовини та число одиниць температури, що їм приписується, визначають температурну шкалу.

В нашому побуті ми користуємося шкалою введеною в 1742 році шведським вченим *Андерсом Цельсієм*. В цій шкалі за опорні стани прийнято стани танучого льоду, якому приписується температура нуль одиниць ($^{\circ}\text{C}$ – нуль градусів Цельсія), та стан киплячої води, якому приписується температура 100°C .

В шкалі *Фаренгейта*, яка широко застосовується в США, стану танучого льоду приписують температуру 32 градуси Фаренгейта (32°F), а стану киплячої води 212°F . Таким чином інтервалу 100°C відповідають 180°F , тобто 1°C рівний $9/5^{\circ}\text{F}$. Щоб перевести температуру з шкали Фаренгейта в шкалу по Цельсію, слід від показів відняти 32 і помножити на $5/9$.

Існує також *шкала Реомюра*, яка відрізняється від шкали Цельсія тим, що температура киплячої води приймається рівною 80°R .

2^о. Абсолютна температурна шкала (шкала Кельвіна)

Рівномірність емпіричної температурної шкали можлива лише за умови того, що при зміні температури з нуля, відносна зміна об'єму термометричного тіла (зміна одиниці початкового об'єму) $\frac{V-V_0}{V_0}$ прямо пропорційна температурі

$$\frac{V-V_0}{V_0} = \alpha \cdot t^{\circ},$$

де α (альфа) – називається температурним (термічним) коефіцієнтом об'ємного розширення, і, як це видно з попередньої формули, вимірюється в $\frac{1}{\text{град}}$.

При цьому виявилось, що для об'ємного розширення при сталому тискові ідеального газу, розмірами і взаємодією молекул якого на середній відстані можна знехтувати, $\alpha = \frac{1}{273,15} \frac{1}{\text{град}}$ (закон Гей-Люссака). Звідси випливає, що при $t^{\circ} = -273,15^{\circ}\text{C}$, кінцевий об'єм газу має бути рівним нулю ($V = 0$). Звичайно, слід пам'ятати, що для реального газу таке значення об'єму неможливе, оскільки мінімальний об'єм реального газу – це об'єм його молекул.

До висновку про існування мінімальної температури приводить і закон температурної зміни тиску газів при сталому об'ємі (закон Шарля). Ці закони привели Вільяма Кельвіна (Англія) до пропозиції про встановлення абсолютної шкали температур (*шкали Кельвіна*), яка прийнята в Міжнародній системі одиниць СІ. В ній ціна одиниці температури, яка називається *кельвіном* (*позначається K*), рівна градусові Цельсія, а температура 0K (нуль кельвінів) наближено відповідає мінус 273,15° С. Таким чином покази за шкалою Кельвіна наближено на 273 одиниці більші ніж за шкалою Цельсія. Молекулярно-кінетична теорія газів показала, що *ця температурна шкала має глибокий фізичний зміст.*

Завдання

Запитання

1. Що називають параметрами стану тіла?
2. Що таке термодинамічна рівновага ?
3. Сформулюйте термодинамічне означення температури ?
4. Що є ознакою рівності температур двох тіл ?
5. Яке тіло називають термометричним (термометром) ?
- 6 Як будується шкала Цельсія.?
7. Що є мінімальною температурою в шкалі Кельвіна. Мотиви введення такою температури?

Вправи

1. Виразити температури 0°С, 20°С та – 25°С за шкалою Кельвіна Фаренгейта та Реомюра.
2. Якій температурі по Цельсію відповідає 0 K?
3. Якою є кімнатна температура (20°С) за шкалою Кельвіна ?