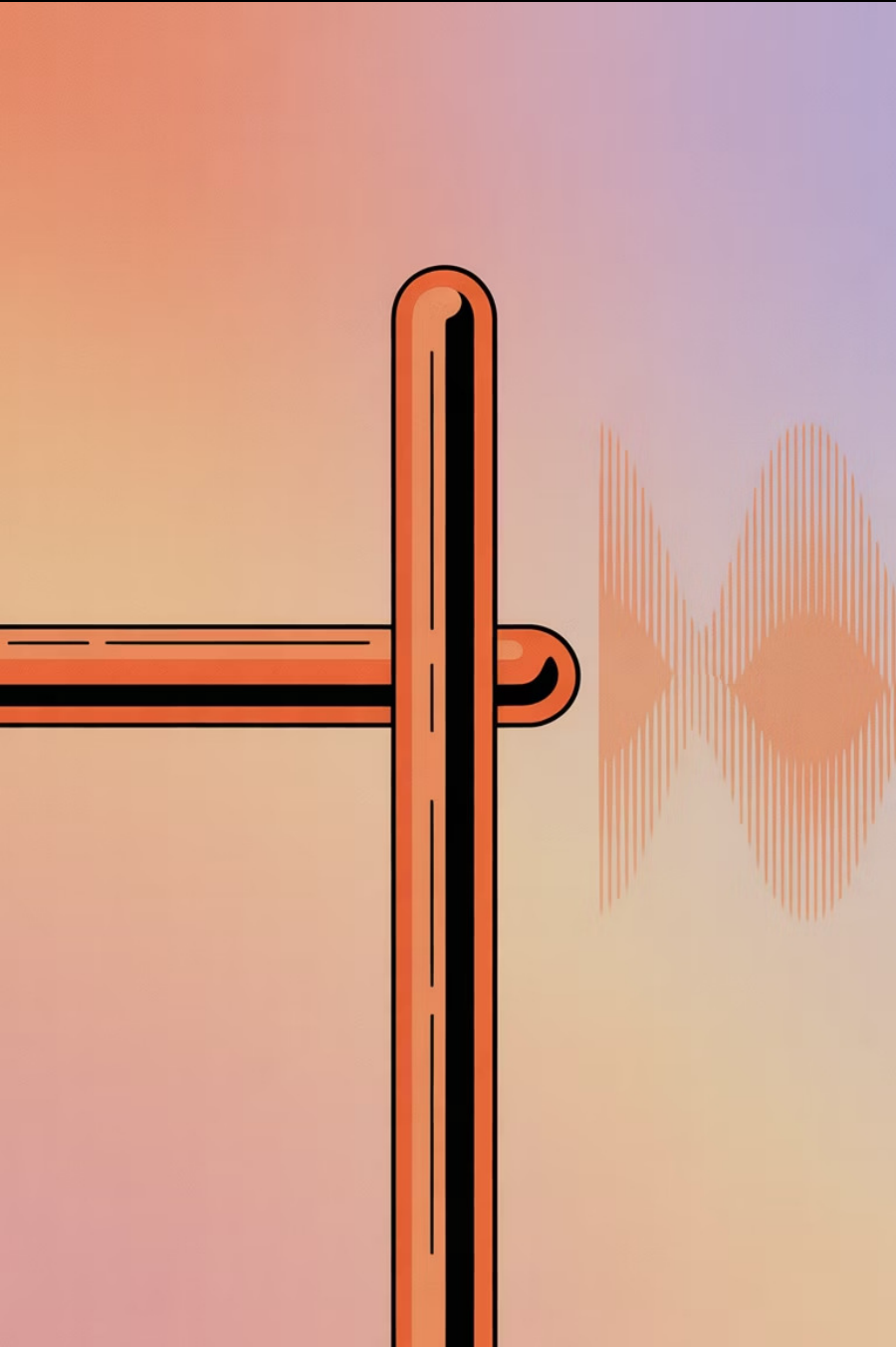




Теплове розширення твердих тіл, рідин і газів

Дослідження фізичних властивостей речовин при зміні температури

Що таке теплове розширення?



Зміна розмірів

Збільшення або зменшення розмірів тіла при зміні температури через інтенсивнішу взаємодію частинок



Універсальна властивість

Характерна для всіх станів речовини: твердих тіл, рідин і газів, але з різною інтенсивністю прояву



Молекулярна природа

Причиною є посилення теплового руху частинок і збільшення середніх відстаней між молекулами та атомами

Типи теплового розширення

01

Лінійне розширення

Зміна довжини стержня, дроту або труби

Формула: $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$

02

Площинне розширення

Зміна площі тонких пластин і мембран

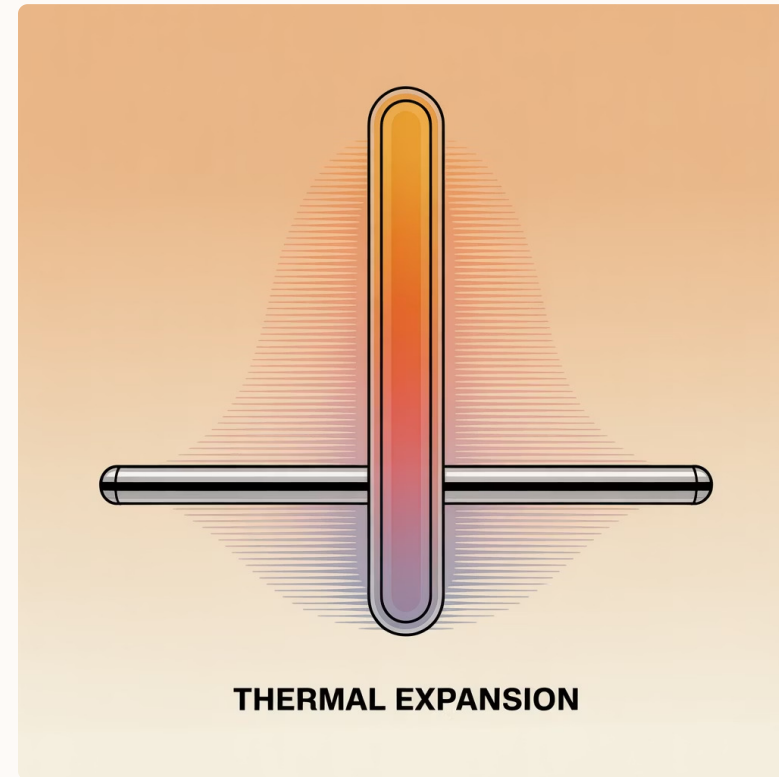
Формула: $\Delta A \approx 2\alpha A_0 \Delta T$

03

Об'ємне розширення

Зміна об'єму тіла в усіх напрямках

Формула: $\Delta V \approx 3\alpha V_0 \Delta T$



Коефіцієнт α залежить від природи речовини і визначає ступінь розширення при зміні температури на 1°C

Коефіцієнти теплового розширення деяких матеріалів

У таблиці наведено типові значення коефіцієнтів лінійного теплового розширення (α) для різних твердих тіл. Ці значення вказують, наскільки змінюється довжина матеріалу на одиницю довжини при зміні температури на 1°C.

Речовина	Коефіцієнт лінійного розширення ($\alpha \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)
Сталь	12
Мідь	17
Алюміній	23
Скло (пірекс)	3.3
Бетон	12
Свинець	29

Важливо зазначити, що ці значення є приблизними і можуть незначно відрізнятися залежно від конкретного складу матеріалу та діапазону температур.

Теплове розширення твердих тіл

Механізм розширення

Частинки коливаються навколо фіксованих рівноважних положень, збільшуючи амплітуду коливань при нагріванні

Коефіцієнт розширення сталі

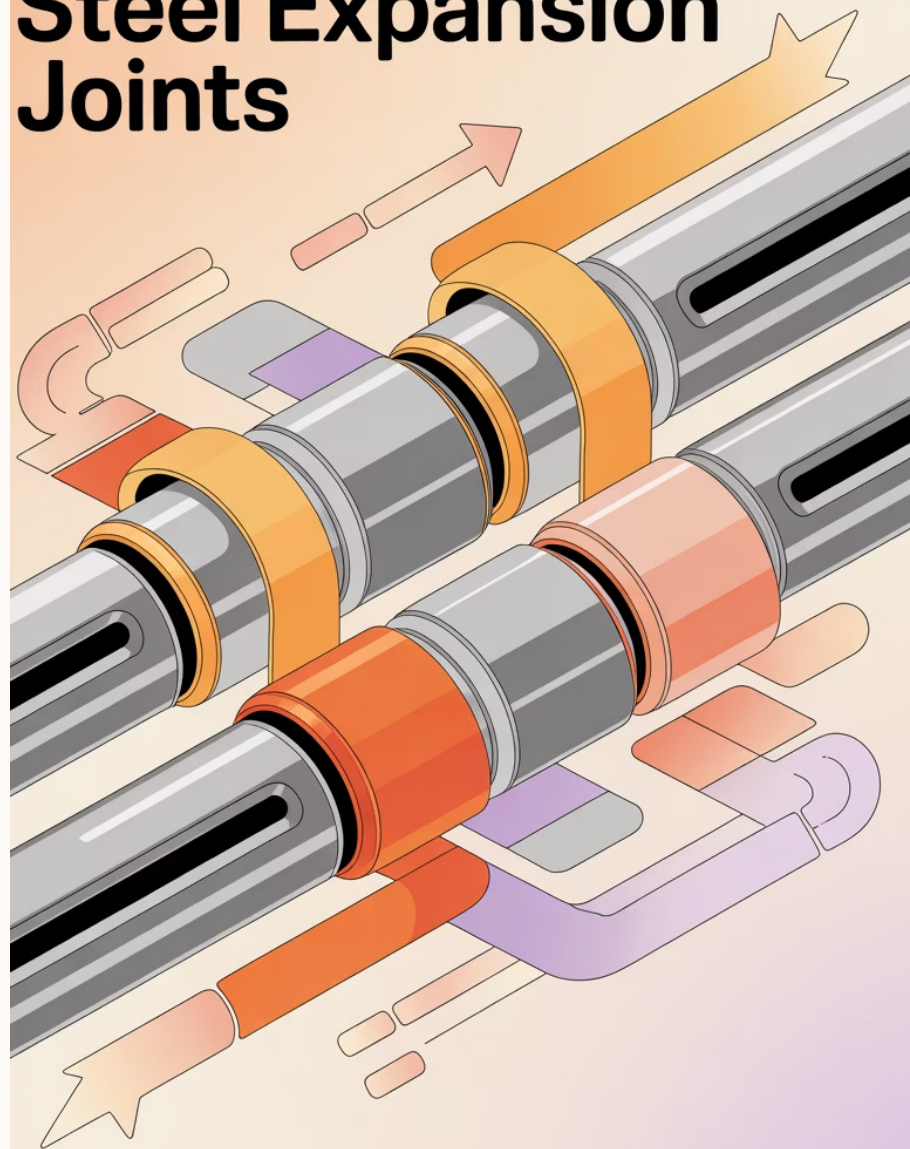
$\alpha \approx 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ означає збільшення довжини на 12 мікрометрів на кожен метр при нагріванні на 1°C

Практичний приклад

Сталевий блок об'ємом 1 м^3 при нагріванні на 50°C збільшується приблизно на 1,8 літра (0,18%)

Інженери враховують це явище, створюючи компенсаційні шви в мостах, будівлях та залишаючи зазори між залізничними рейками

Steel Expansion Joints



Особливості розширення рідин



Унікальні властивості води

На відміну від більшості речовин, вода має аномальну поведінку:

- При нагріванні від 0°C до 4°C об'єм **зменшується**
- Максимальна щільність досягається при 4°C
- При замерзанні об'єм збільшується на 9%

 Завдяки цій властивості лід плаває на поверхні води, а водойми замерзають зверху, захищаючи водну фауну від повного промерзання

Коефіцієнт об'ємного розширення води близько $2 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ при кімнатній температурі

Теплове розширення газів

3x

Найбільший ефект

Гази розширюються в 10-100 разів сильніше за тверді тіла

1/T

Залежність від температури

Коефіцієнт розширення ідеального газу $\beta = 1/T$ (в Кельвінах)

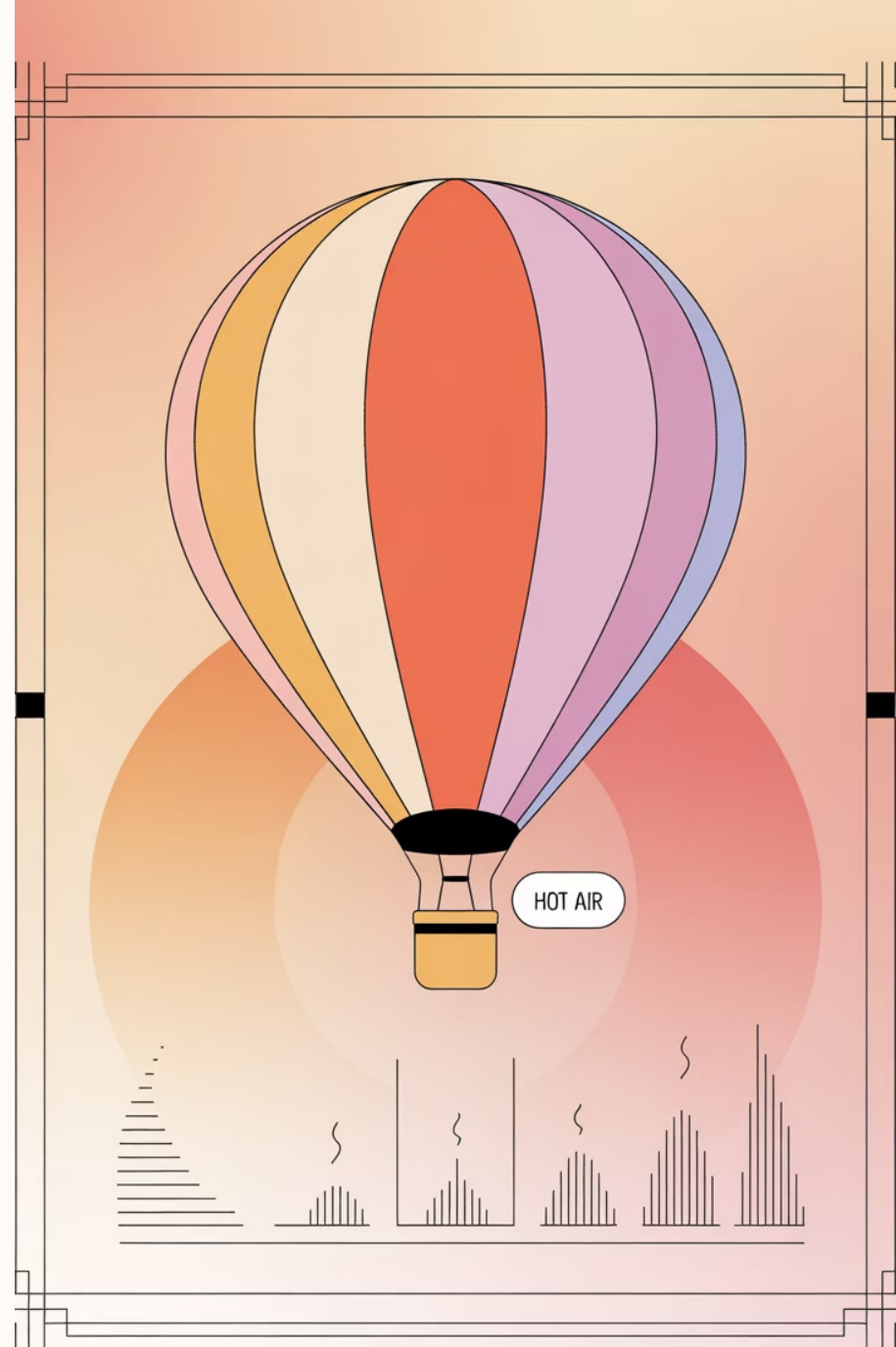
0.37%

Розширення повітря

При нагріванні на 1°C об'єм збільшується на 1/273 від початкового

Формула для ідеального газу: $\Delta V/V = \Delta T/T$

Це пояснює принцип роботи повітряних куль - нагріте повітря стає менш щільним і піднімається вгору



Аномалії та винятки

Аномалія води

Об'єм зменшується при нагріванні від 0°C до 4°C через перебудову кристалічної структури молекул

Це забезпечує виживання риб взимку і формування специфічного температурного розподілу в озерах

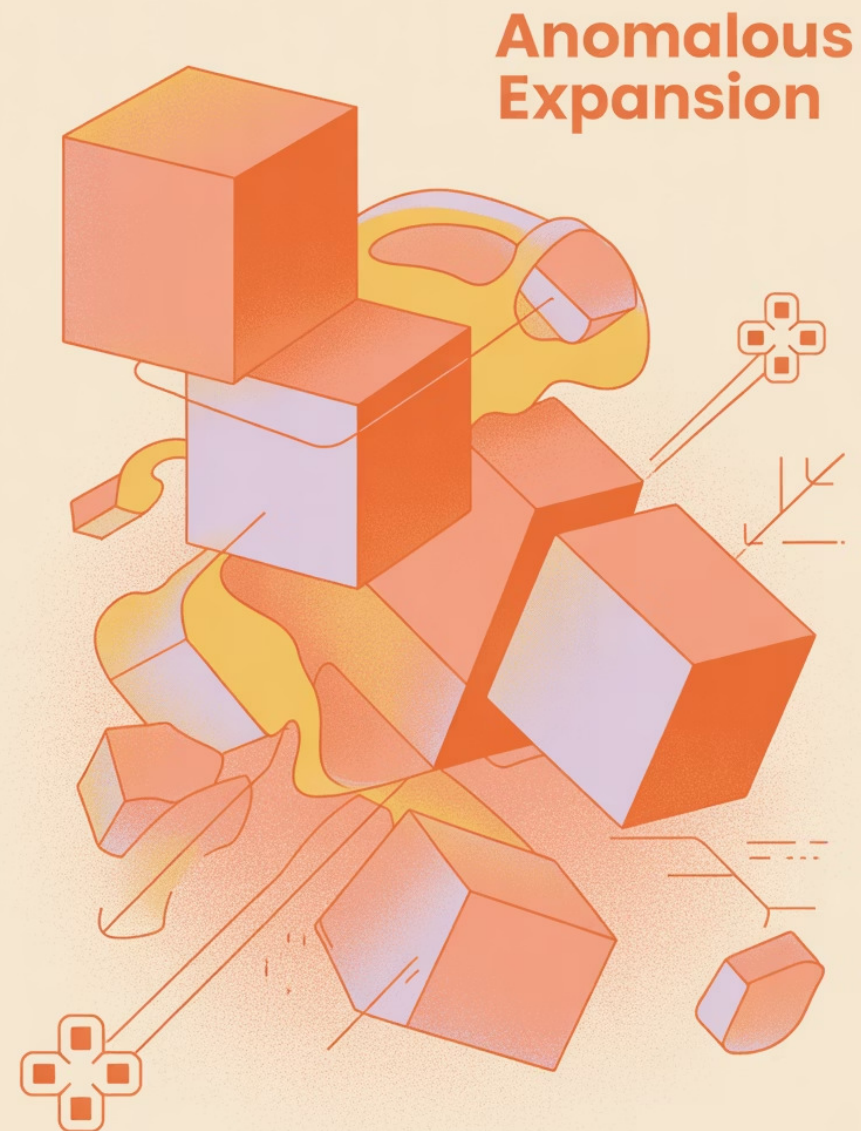
Композитні матеріали

Можна створити матеріали з нульовим коефіцієнтом розширення, комбінуючи речовини з протилежними властивостями

Негативне розширення кремнію

При температурах від -255°C до -153°C кремній має негативний коефіцієнт теплового розширення

Це властивість використовується в прецизійних оптичних приладах і напівпровідникових пристроях



Практичні застосування



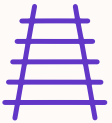
Термометри

Розширення ртуті, спирту або біметалічних пластин використовується для точного вимірювання температури в широкому діапазоні



Компенсатори

Спеціальні пристрої в мостах, трубопроводах і будівлях поглинають теплові деформації, запобігаючи руйнуванню конструкцій



Залізничні колії

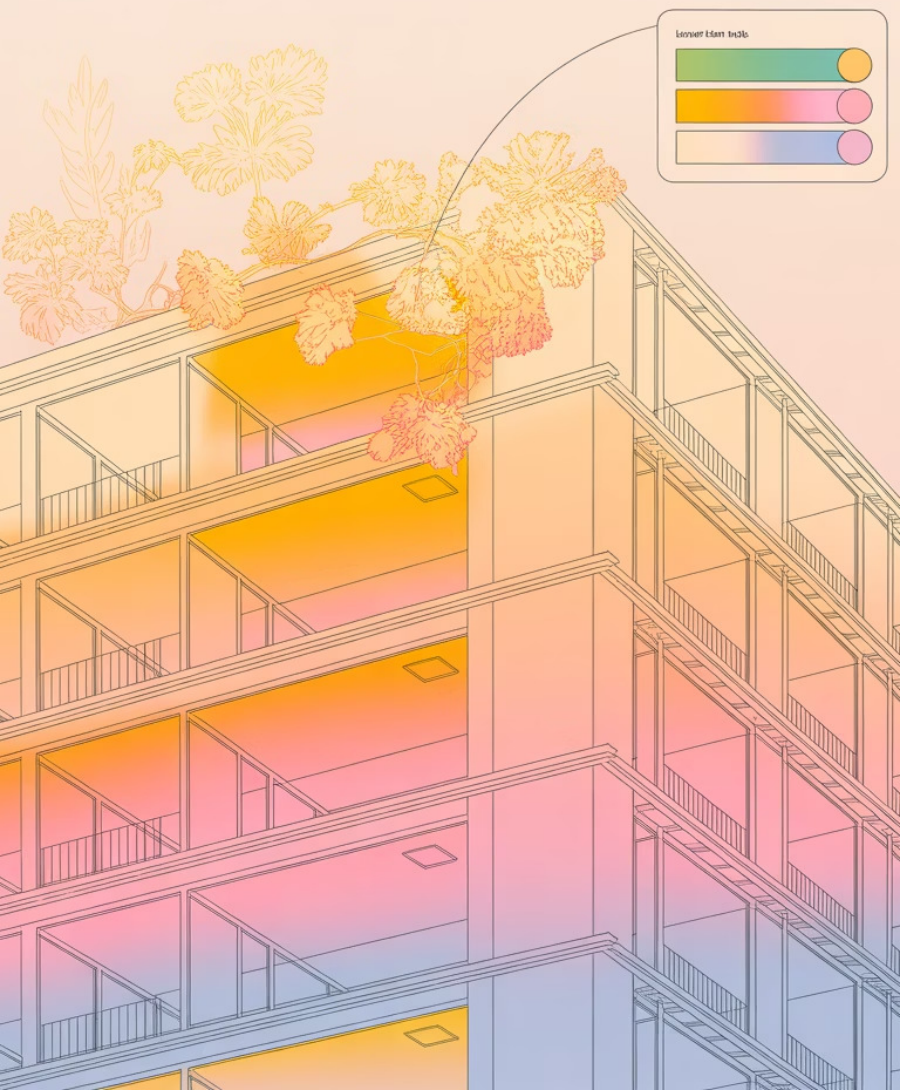
Зазори між рейками розраховуються з урахуванням сезонних температурних коливань для уникнення викривлень



Прецизійне виробництво

При виготовленні точних механізмів і оптики враховуються теплові деформації для забезпечення стабільності роботи

Engineering Thermal Analysis for Construction Safety



Значення теплового розширення

Безпека конструкцій

Правильний розрахунок теплових деформацій запобігає аваріям і забезпечує довговічність інженерних споруд

Природні процеси

Розуміння аномалій розширення пояснює багато природних явищ, від формування льоду до геологічних процесів

Технологічні рішення

Основа для створення точних вимірювальних приладів, ефективних теплових машин і сучасних матеріалів

Контроль теплового розширення - ключ до інноваційних технологій майбутнього