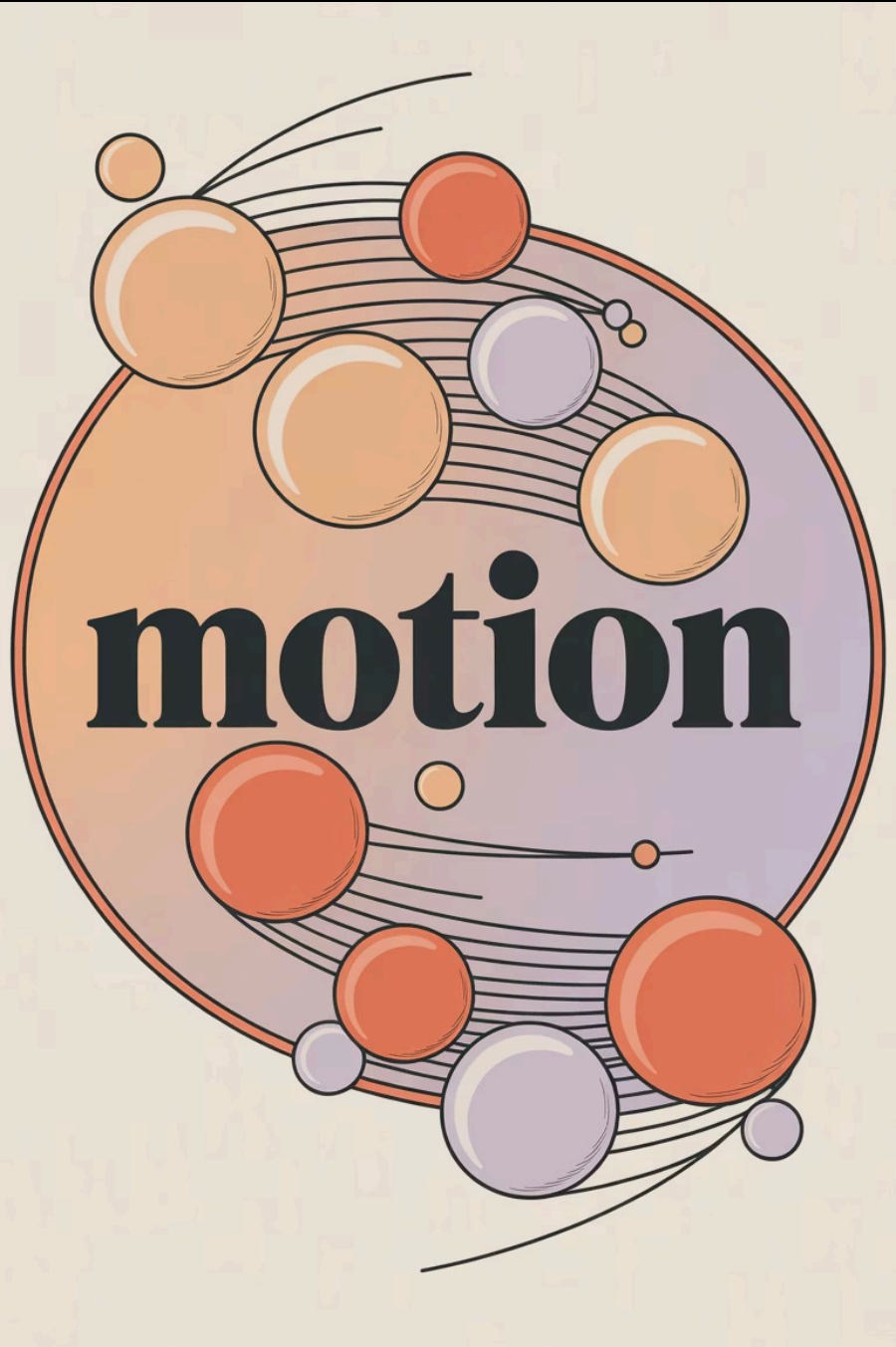




# Внутрішня енергія та її зміна: основи термодинаміки

Дослідження фундаментальних принципів енергетичних перетворень  
у термодинамічних системах



# ЗГАДАЄМО!

- Що таке енергія?
- Які види механічної енергії ви знаєте?
- Чи може тіло мати енергію, не рухаючись?

# Що таке внутрішня енергія?

## Визначення

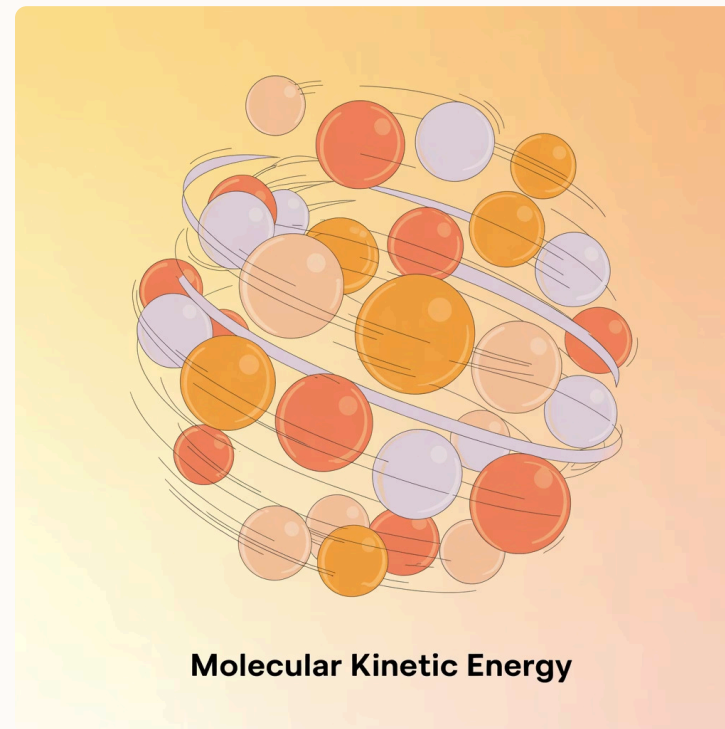
Внутрішня енергія ( $U$ ) — це сума кінетичної енергії хаотичного руху молекул і потенціальної енергії їх взаємодії.

## Властивості

Не включає механічну енергію руху чи положення системи як цілого

## Адитивність

Енергія системи дорівнює сумі енергій її підсистем



Внутрішня енергія характеризує тепловий стан речовини на молекулярному рівні

# Внутрішня та механічна енергія: у чому різниця?



## Механічна енергія

Кінетична + потенційна енергія руху тіла як цілого

Механічна енергія залежить від руху чи положення тіла як цілого.



## Внутрішня енергія

Енергія хаотичного руху та взаємодії частинок

Внутрішня енергія залежить від руху і взаємодії частинок всередині тіла.

Пов'язана з температурою та тепловим станом

**Приклад:** М'яч, що котиться, має механічну енергію руху; нагрітий м'яч додатково має внутрішню енергію



# Способи зміни внутрішньої енергії

## 1 Теплопередача

Передача енергії через різницю температур  
(кількість теплоти  $Q$ )

- Теплопровідність
- Конвекція
- Випромінювання

## 2 Виконання роботи

Механічна передача енергії через зміну об'єму або деформацію ( $W$ )

- Стиснення газу
- Розширення системи
- Деформація тіла

 **Перший закон термодинаміки:  $\Delta U = Q + W$**

# Кількість теплоти (Q)

## Визначення

Теплота — енергія, що передається між системою і навколишнім середовищем через різницю температур

$$Q > 0$$

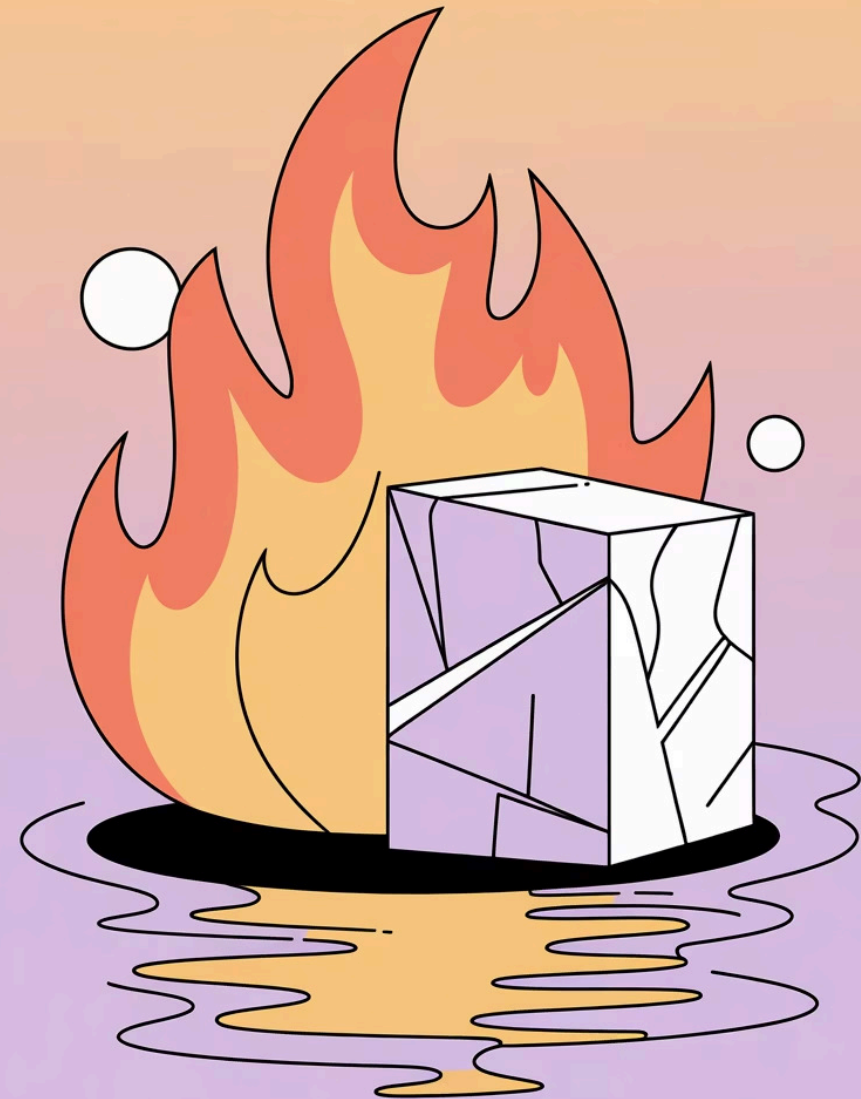
Тепло надходить у систему, внутрішня енергія **зростає**

$$Q < 0$$

Тепло віддається системою, внутрішня енергія зменшується

## Кількість теплоти

фізична величина, що характеризує зміну внутрішньої енергії при теплопередачі



# Робота ( $W$ ) і внутрішня енергія



## $W > 0$

Робота виконується над системою

Енергія системи **зростає**

- тертя долонь одна об одну: зовнішні сили рук виконують роботу, і внутрішня енергія шкіри зростає (руки стають теплі)
- гальмування автомобіля: сила тертя виконує роботу над гальмівними колодками → вони нагріваються.



## $W < 0$

Система виконує роботу

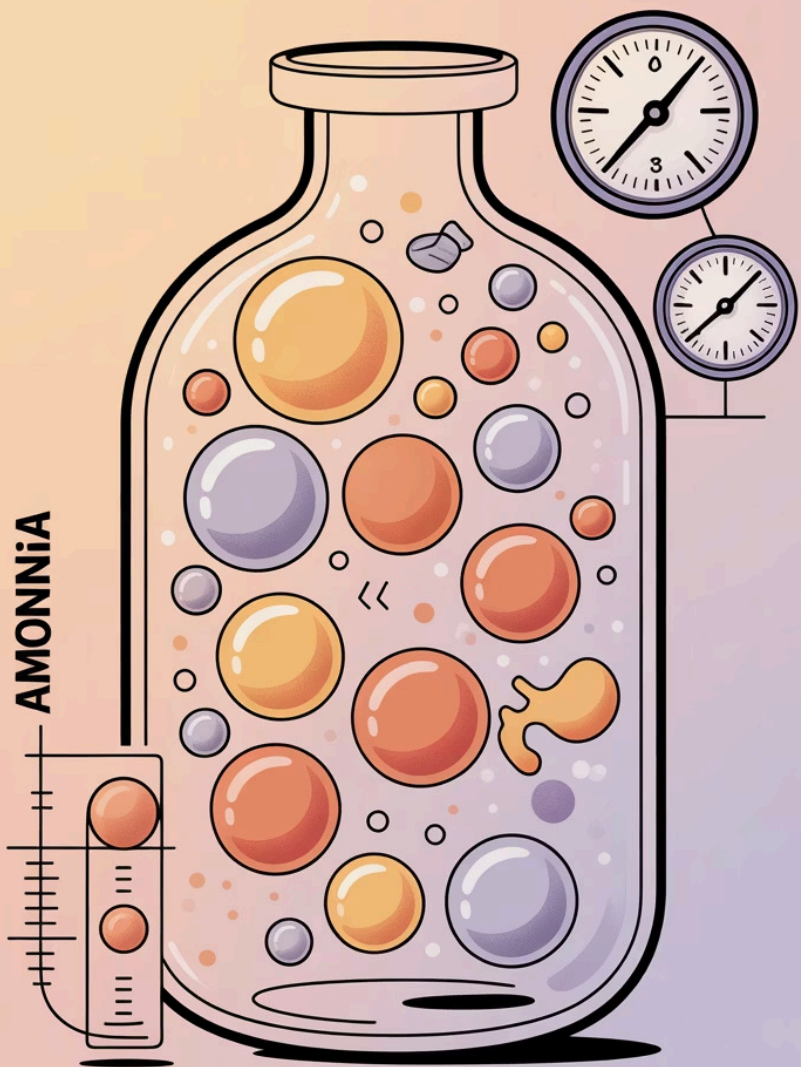
Енергія системи **зменшується**

- **Парова машина чи двигун внутрішнього згоряння.** Пара або газ, розширюючись, штовхають поршень → виконують роботу.



**Приклад:** Рух поршня в циліндрі — класичний випадок зміни внутрішньої енергії через механічну роботу





# Зміна внутрішньої енергії при виконанні роботи

1

## Стиснення газу

Робота виконується над газом

Внутрішня енергія **зростає**

2

## Розширення газу

Газ виконує роботу

Внутрішня енергія **зменшується**

3

## Ізохорний процес

Об'єм не змінюється

$W = 0$ , тому  $\Delta U = Q$



# Приклад: Зв'язок тепла, роботи і зміни внутрішньої енергії

$$\Delta U = Q + W$$

**500**

Отримане тепло

Джоулів ( $Q = +500$  Дж)

**200**

Виконана робота

Джоулів ( $W = -200$  Дж)

**300**

Зміна енергії

$\Delta U = 500 + (-200) = 300$  Дж

Внутрішня енергія зросла на **300 джоулів**, що відповідає різниці між отриманим теплом і виконаною системою роботою

## Закріплення знань

- Наведіть приклади з побуту, коли внутрішня енергія змінюється виконанням роботи.
- Чому від тертя гальмівні колодки автомобіля нагріваються?
- Якщо чай охолоджується в кімнаті — це теплопередача чи виконання роботи?

Міні-тест :

1. Внутрішня енергія — це ...
2. Назвіть два способи зміни внутрішньої енергії.
3. Що таке кількість теплоти і в чому вона вимірюється?
4. Наведіть приклад, коли внутрішня енергія змінюється під час виконання роботи.



# Висновок



## Фундаментальність

Внутрішня енергія — основна характеристика термодинамічної системи



## Механізми зміни

Зміна відбувається через теплообмін і виконання роботи



## Практичне значення

Розуміння — ключ до аналізу енергетичних процесів

Знання принципів зміни внутрішньої енергії необхідне для розуміння процесів у фізиці та техніці