



**Сумський
державний
університет**

**Рівняння стану ідеального газу.
Перший закон термодинаміки.
Робота, що виконується газом
при ізобарному, ізохорному та
ізотермічному процесах.**

Практичне заняття №7



- ▶ Відскануйте QR-код за допомогою смартфона, пройдіть тестування (0,5 б)

<https://vseosvita.ua/test/start/qrh703>



Особливості розв'язування задач

Внутрішньою енергією U тіла називається сума кінетичної енергії хаотичного руху молекул і потенціальної енергії їх взаємодії між собою:

$$U = \sum_{i=1}^N E_{Ki} + \sum_{i=1}^N E_{mi},$$

де N – число молекул;

E_{Ki} – кінетична енергія i -ї молекули;

E_{mi} – потенціальна енергія i -ї молекули.

Молекули ідеального газу не взаємодіють між собою, тому внутрішня енергія визначається тільки кінетичною енергією хаотичного поступального руху його молекул:

$$U = \sum_{i=1}^N E_{Ki} = N \cdot \langle E_{K0} \rangle,$$

де $N = \frac{m}{M} N_A$ – число молекул;

$\langle E_{K0} \rangle = \frac{3}{2} KT$ – середня кінетична енергія однієї молекули.

Особливості розв'язування задач

Внутрішня енергія ідеального одноатомного газу

$$U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} RT = \frac{i}{2} pV,$$

де i – **число ступенів вільності** молекул газу – число незалежних координат, у напрямку яких може рухатися молекула.

Для одноатомних газів (He, Ne, Ar, Kr) – $i = 3$.

Для двоатомних газів (O_2, H_2, N_2) – $i = 5$.

Для багатоатомних газів (CO_2, SO_2, NH_3, O_3) – $i = 6$.

Для ідеальних газів внутрішня енергія прямо пропорційна його температурі.

Особливості розв'язування задач

Міру зміни внутрішньої енергії тіла під час теплопередачі (теплообміну) називають кількістю теплоти.

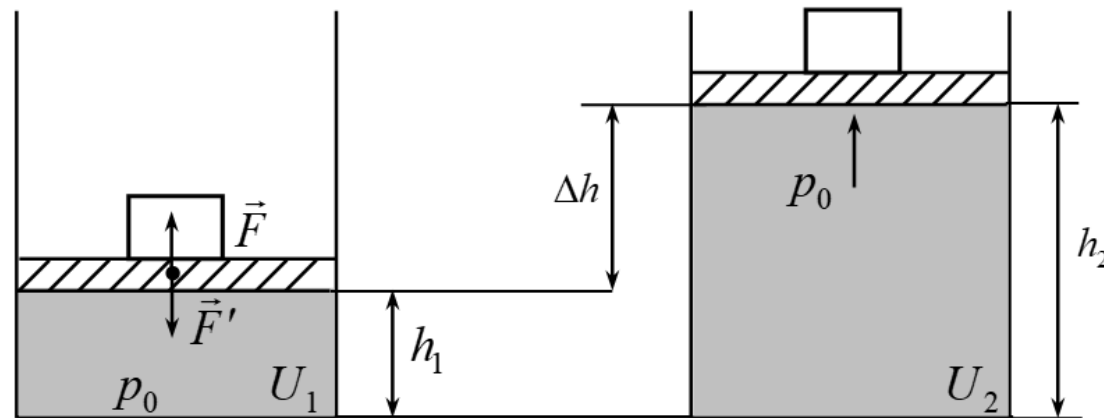
Кількість теплоти Q – це кількість енергії, яку тіло віддає або отримує при теплообміні (без здійснення роботи):

$$Q = \Delta U = U_2 - U_1.$$

Кількість теплоти Q – це фізична характеристика теплових процесів, яка еквівалентна роботі A – характеристиці механічних процесів.

Особливості розв'язування задач

Роботу у термодинаміці може виконувати лише газ, який значно змінює свій об'єм при нагріванні.



Обчислимо роботу, яку виконує газ під час його дії на поршень з силою \vec{F} , рівною за величиною та протилежною за напрямком силі \vec{F}' , що діє на газ з боку поршня (рис. 23): $\vec{F}' = -\vec{F}$ (згідно з третім законом Ньютона), $F = pS$, де p – тиск газу, S – площа поверхні поршня. Тоді робота газу дорівнює

$$A = F\Delta h = pS\Delta h = p\Delta V = p(V_2 - V_1).$$

Особливості розв'язування задач

Закон збереження та перетворення енергії для термодинамічної системи називається **першим законом термодинаміки**.

Перший закон термодинаміки формулюється таким чином: зміна внутрішньої енергії системи ΔU при переході її із одного стану в інший дорівнює сумі роботи зовнішніх сил A і кількості теплоти Q , що передана системі:

$$\boxed{\Delta U = Q + A} . \quad (*)$$

Якщо система сама здійснює роботу, то рівняння (*) можна записати у вигляді

$$\boxed{Q = \Delta U + A} .$$

Кількість теплоти, надана системі, йде на зміну її внутрішньої енергії та на здійснення системою роботи над зовнішніми тілами.

Особливості розв'язування задач

Застосування першого закону термодинаміки до різних термодинамічних процесів:

Назва процесу, сталий параметр	Стала величина	Запис першого закону термодинаміки
Ізобаричний, $p = const$, $m = const$	$\Delta p = 0$	$Q = \Delta U + A$
Ізотермічний, $m = const$, $T = const$	$\Delta T = 0$; $\Delta U = 0$	$Q = A$
Ізохоричний, $m = const$, $V = const$	$\Delta V = 0$; $A = p\Delta V = 0$	$Q = \Delta U$
Адіабатичний	$Q = 0$	$A = -\Delta U$

Задача 1. У скільки разів зміниться внутрішня енергія
двохатомного газу, якщо його об'єм зменшити в 6 разів, а тиск
збільшити в 3 рази?

Задача 2. При ізобарному розширенні двохатомного газу при тиску 10^6 Па його об'єм збільшився на 5 м^3 . Визначити роботу розширення газу, зміну його внутрішньої енергії та кількість теплоти, яку було надано газу.

Задача 3. Яку кількість теплоти було передано двоатомному газу, якщо під час його ізобарного розширення було виконано роботу $A = 156,8$ Дж?

Задача для самостійного розв'язання

Визначити внутрішню енергію двохатомного газу, що міститься у посудині об'ємом 2 л під тиском 150 кПа.