

Робота термодинамічного процесу. Перший закон термодинаміки.

Мета: формування знань про роботу ідеального газу, поняття адіабатного процесу; ознайомлення з першим законом термодинаміки та його застосуванням для різних ізопроесів.

Для початку пригадайте:

- I. Що називається внутрішньою енергією?
- II. Чим відрізняється внутрішня енергія термодинамічної системи від внутрішньої енергії ідеального газу?
- III. Що таке кількість теплоти?

Наведіть приклади явищ, пов'язаних з передачею тепла різними способами, які ми можемо спостерігати у побуті, наприклад на кухні.

План вивчення теми

1. Робота ідеального газу. Зміна внутрішньої енергії при виконанні роботи.
2. Поняття адіабатного процесу.
3. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки

1. Робота ідеального газу. Зміна внутрішньої енергії при виконанні роботи

Термодинамічна робота здійснюється тілами в разі зміни їхнього об'єму. Оскільки тверді й рідкі тіла в ході нагрівання розширюються незначною мірою, то незначною є і здійснювана ними робота. Роботу в термодинаміці може здійснювати тільки газ, який під час нагрівання значно змінює свій об'єм.

Робота ідеального газу при ізобарному нагріванні газу є добутком тиску газу на зміну його об'єму:

$$A = p(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$$

Графічний зміст роботи газу: робота ідеального чисельно дорівнює площі фігури, обмеженої графіком залежності p від V , віссю V і ординатами початкового і кінцевого стану газу.

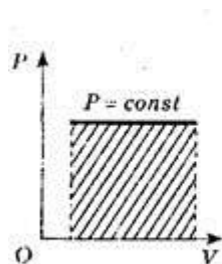


Рис. 1

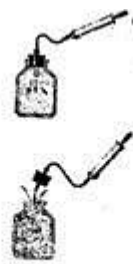


Рис. 2



Рис. 3

Якщо у товстостінну посудину накачують повітря. Через деякий час корок вилітає з посудини. Спостерігається утворення туману. (рис 2)

Постає питання

1. Під дією яких сил корок вилетів із посудини?

2. Про що свідчить утворення туману?
3. Який висновок можна зробити щодо зміни внутрішньої енергії газу, який міститься в посудині?

Демонстрація 2. «Повітряне кресало». На дно прозорого циліндра з поршнем кладуть шматочок вати і різко ударяють по штоку поршня. Вата у циліндрі спалахує і згоряє. (рис 3)

Запитання

Що призвело до спалахування вати? Який висновок можна зробити щодо зміни внутрішньої енергії газу, який знаходився в циліндрі?

Отже, робимо висновок: **якщо газ сам виконує роботу, то його внутрішня енергія зменшується; якщо робота виконується над газом, то його внутрішня енергія збільшується.**

Роботу, яку виконує система, вважають доданою, а роботу, яку виконують зовнішні сили над системою, — від'ємною.

2. Поняття адіабатного процесу

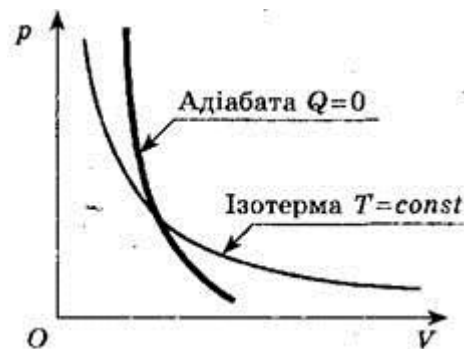
Згадайте

Які ізопроцеси нам відомі? За яких сталих параметрах вони протікають?

Нехай газ міститься в посудині з теплоізолюваними стінками, через які тепло не проникає ні в посудину, ні в навколишнє середовище. За таких умов процес, який протікає в газі, називається адіабатним.

Адіабатним називається процес, який відбувається в термодинамічній системі без теплообміну з навколишнім середовищем.

На рис. 4 адіабата схожа на ізотерму, але має більш крутий вигин. Це пояснюється тим, що під час адіабатичного стиснення збільшення тиску газу зумовлено не тільки зменшенням його об'єму, а й підвищенням температури. При адіабатичному розширенні температура знижується, при стисненні — підвищується.



3. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки

Завдяки дослідженням багатьох вчених, у першу чергу німецького лікаря Р. Майєра, англійського фізика Д. Джоуля й німецького фізика Г. Гельмгольца, було встановлено, що в ізолюваних системах, в яких відбуваються непружні деформації чи є наявності тертя між частинами системи, зменшення механічної енергії завжди дорівнює збільшенню внутрішньої енергії системи, а повна енергія при цьому зберігається.

Закон збереження і перетворення енергії, поширений на теплові явища, називається **першим законом термодинаміки.**

Зміна внутрішньої енергії ΔU при переході її з одного стану в інший дорівнює сумі роботи зовнішніх сил A та кількості теплоти Q , переданої системі:

$$\Delta U = Q + A$$

Якщо система сама виконує роботу над зовнішніми тілами, то перший закон термодинаміки можна сформулювати так: кількість теплоти передана системі, витрачається на зміну її внутрішньої енергії ΔU і на здійснення системою роботи над зовнішніми силами A' :

$$\Delta U = Q + A'$$

Застосування першого термодинаміки різних процесів у газі

Ізотермічний	Ізохорний	Ізобарний	Адіабатний
$T = const$ $m = const$	$V = const$ $m = const$	$p = const$ $m = const$	$Q = 0$
$\Delta T = 0$	$\Delta V = 0$	$\Delta p = 0$	$\Delta U + A' = 0$
$\Delta U = 0$	$A' = 0$	$Q = \Delta U + A'$	$\Delta U = -A'$
$Q = A'$	$Q = \Delta U$		$\Delta U = A$