

Урок № 7-8

Тема уроку: Внутрішня енергія тіл

Мета уроку:

навчальна – формування знань учнів про внутрішню енергію та способи її зміни, поняття теплопередачі та її видів;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

Термодинаміка, основоположником якої був французький вчений С. Карно, як наука сформувалася в першій половині XIX ст., її виникнення і розвиток були зумовлені створенням теплових двигунів. Сьогодні ж термодинаміка — самостійна наука, методи якої широко застосовуються не тільки в фізиці, а й в хімії, біології та інших природничих науках.

Термодинаміка — розділ фізики, який вивчає загальні властивості макроскопічних систем, які перебувають в стані термодинамічної рівноваги.

Вона вивчає найбільш загальні закономірності перетворення енергії, але не розглядає молекулярної будови речовини.

Термодинамічна система — це будь-яка система, яка складається з великої кількості частинок — атомів, молекул, йонів та електронів, які здійснюють тепловий хаотичний рух та під час взаємодії обмінюються між собою енергією.

Якщо тіла системи взаємодіють тільки між собою, то така система називається ізольованою (замкненою). Такими системами є гази, рідини і тверді тіла. Стан термодинамічної системи зумовлюється температурою, об'ємом, та зовнішнім тиском.

Будь – яке макроскопічне тіло має енергію, яка зумовлена його мікростаном. Ця енергія називається **внутрішньою**. Вона дорівнює енергії всіх мікрочастинок речовини, з яких складається тіло. Так, **внутрішня енергія ідеального газу складається з кінетичної енергії всіх його молекул, оскільки їхньою взаємодією в даному випадку можна знехтувати.**

Модель ідеального газу передбачає, що молекули перебувають на відстані кількох діаметрів одна від одної. Томі енергія їхньої взаємодії набагато менша від енергії руху і нею можна знехтувати.

У реальних газів, рідин і твердих тіл взаємодію мікрочастинок (атомів, молекул, йонів тощо) слід враховувати, оскільки вона сумарна з кінетичною енергією. Тому вона суттєво впливає на їхні властивості. У такому разі їхня внутрішня

енергія складається з кінетичної енергії теплового руху мікрочастинок і потенціальної енергії їхньої взаємодії.

Найпростіше можна *обчислити внутрішню енергію ідеального одноатомного газу*, бо його атоми здійснюють лише поступальний рух. Для цього потрібно середню кінетичну енергію поступального руху атомів помножити на кількість атомів. Для одноатомного ідеального газу:

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \text{ або } U = \frac{3}{2} \nu RT$$

Щоб змінити внутрішню енергію тіла, треба фактично змінити або кінетичну енергію теплового руху мікрочастинок, або потенціальну енергію їхньої взаємодії (або ту і іншу разом). Багатовіковий досвід людства переконує в тому, що це можливо зробити двома способами – або в процесі теплообміну, або завдяки здійсненню роботи.

Теплопередачею або теплообміном називається процес передачі енергії від одного тіла до іншого без здійснення роботи.

Способи теплопередачі: 1) теплопровідність, 2) конвекція, 3) випромінювання.

Теплопровідність — вид теплопередачі, під час якої передавання внутрішньої енергії від одних тіл до інших відбувається при їх безпосередньому контакті і зумовлена взаємодією атомів і молекул.

Конвекція — вид теплопередачі, при якій внутрішня енергія від одних тіл до інших передається рухомими струменями рідини чи газу.

Випромінювання — це передача тепла за допомогою електромагнітних хвиль (світлового потоку).

Задача 1. Повітряна кулька об'ємом 500 м^3 наповнена гелієм під тиском 10^5 Па . В результаті нагрівання температура газу в аеростаті піднялась від 10°C до 25°C . Як збільшилася внутрішня енергія газу?

Дано:

$$V = 500 \text{ м}^3$$

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 25^\circ\text{C}$$

$$R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta U - ?$$

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R(T_2 - T_1)$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\frac{pV}{T_1} = \frac{m}{M} R$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} pV \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^2 \left(\frac{298}{283} - 1 \right) \approx 4 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Відповідь: 4 МДж.

Задача 2. Обчисліть внутрішню енергію гелію масою 800 г, температура якого становить 27 °С.

Задача 3. Визначити внутрішню енергію гелію, який заповнює аеростат об'ємом 50 м³ при тиску 80 кПа.

Узагальнення та систематизація знань

1. Якщо тіла системи не взаємодіють тільки між собою, то така система називається ...

2. Процес передачі енергії від одного тіла до іншого без здійснення роботи називається ...

3. Існують три способи теплопередачі: ...

II. Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? *«Внутрішня енергія тіл»*

Домашнє завдання: уроку 7

Написати конспект. Додатково опрацювати параграфи 33, виконати вправи №1-3 на с.211

Урок 8

Тема уроку: Кількість теплоти. Робота

Мета уроку:

навчальна – формування знань учнів поняття кількості теплоти;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

Енергія, передана (або отримана) внаслідок теплопередачі, називається кількістю теплоти.

Визначаємо кількість теплоти:

1. Під час нагрівання (або охолодження) тіла кількість переданої (отриманої) теплоти прямо пропорційна масі тіла і зміні його температури.

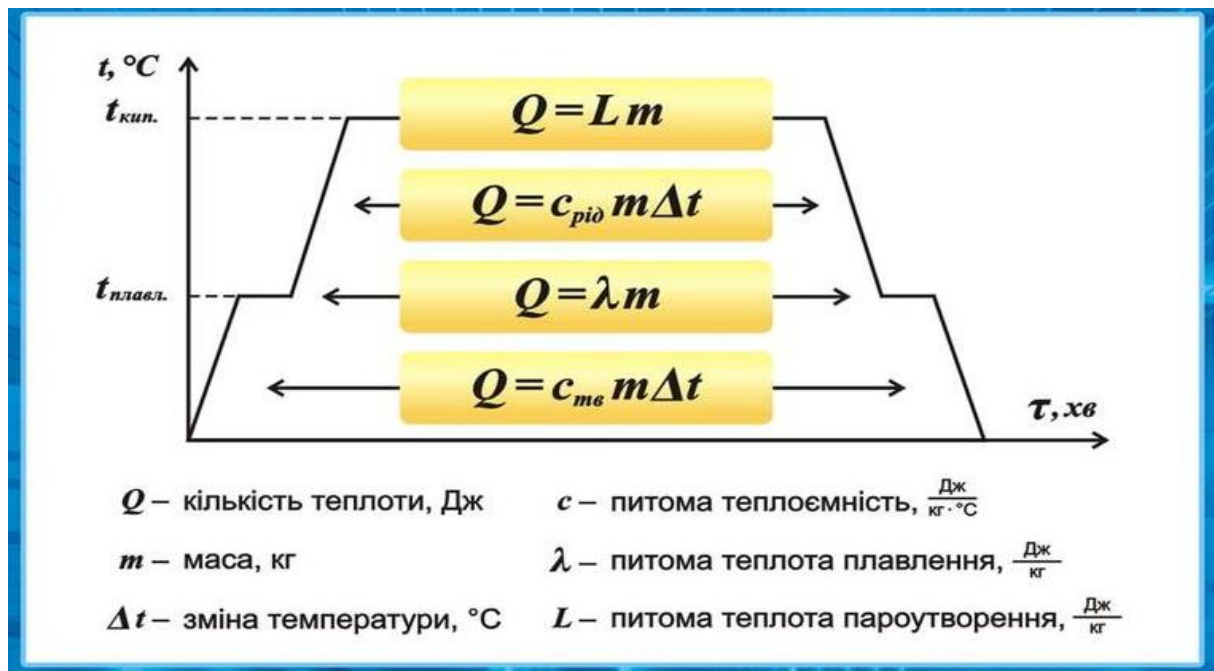
$Q = mc(t_2 - t_1)$. Коефіцієнт пропорційності c характеризує залежність зміни внутрішньої енергії від речовини і називається питомою теплоємністю речовини.

2. Плавлення і тверднення тіл відбувається за цілком певної температури.

$Q = \lambda m$. λ – питома теплота плавлення

3. Випаровування і конденсація відбувається за цілком певної температури.

$Q = rm$. r – питома теплота пароутворення



4. Згоряння палива: $Q = qt$. q – питома теплота згоряння палива.

Тепловим балансом у замкненій системі тіл при теплообміні між ними називається однаковість сум кількостей теплоти, що віддаються більш нагрітими тілами менш нагрітим, і кількостей теплоти, одержаних останніми.

Приклад: в чашку з водою із зануреною ложкою долили більш гарячу воду. Ця вода, охолоджуючись до деякої температури, спільної для всієї даної системи у стані рівноваги, віддає кількість теплоти Q , при цьому вода в чашці отримує кількість теплоти Q_1 , ложка — Q_2 . Отже: $Q = Q_1 + Q_2$.

Коефіцієнт корисної дії нагрівального елемента:

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}},$$

де $A_{\text{кор}}$ — корисна робота; $Q_{\text{повна}}$ — кількість теплоти, що може виділитися в процесі повного згоряння палива.

Найчастіше ККД подають у відсотках:

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}} \cdot 100\%$$

Задача 1. Воду масою 0,8 кг при температурі 25 °С змішали з окропом масою 0,4 кг. Температура змішаної води дорівнює 50 °С. Обчисліть кількість теплоти, яку віддає окріп, і кількість теплоти, яку отримала, нагріваючись, холодна вода. Порівняйте їх.

Дано:

$$m_1 = 0,8 \text{ кг}$$

$$t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_1 = c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 0,4 \text{ кг}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_1 \text{ —? } Q_2 \text{ —?}$$

Розв'язок

Окріп, охолоджуючись від 100 до 50 °С, віддав частину своєї внутрішньої енергії:

$$Q_2 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t);$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 50 \text{ }^\circ\text{C} = 84\,000 \text{ Дж} = 84 \text{ кДж.}$$

Вода, в яку влили окріп, нагрілася від 25 до 50 °С, і отримала таку кількість теплоти:

$$Q_1 = c_1 \cdot m_1 \cdot (t - t_1);$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot 25 \text{ }^\circ\text{C} = 84\,000 \text{ Дж} = 84 \text{ кДж.}$$

Відповідь: $Q_1 = Q_2 = 84 \text{ кДж.}$

Задача 2. Яка кількість теплоти необхідна для того, щоб перетворити у водяну пару лід масою 2 кг, взятий при 0°С?

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

З таблиці:

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 34 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$L = 20 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$Q \text{ — ?}$$

Розв'язання

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$, $Q_1 = \lambda \cdot m$ — кількість теплоти, необхідна для плавлення льоду.

$Q_2 = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$ — кількість теплоти, необхідна для нагрівання води від 0°С до 100°С.

$Q_3 = L \cdot m$ — кількість теплоти, необхідна для пароутворення.

$$Q = \lambda \cdot m + m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) + L \cdot m = m(\lambda + c(t_2 - t_1) + L),$$

$$[Q] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{Дж} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right) = \text{кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \text{Дж},$$

$$Q = 2 \cdot (34 \cdot 10^4 + 4200 \cdot (100 - 0) + 20 \cdot 10^6) =$$

$$= 2152 \cdot 10^4 \text{ (Дж).}$$

Відповідь: $Q = 21\,520 \text{ кДж.}$

Узагальнення та систематизація знань

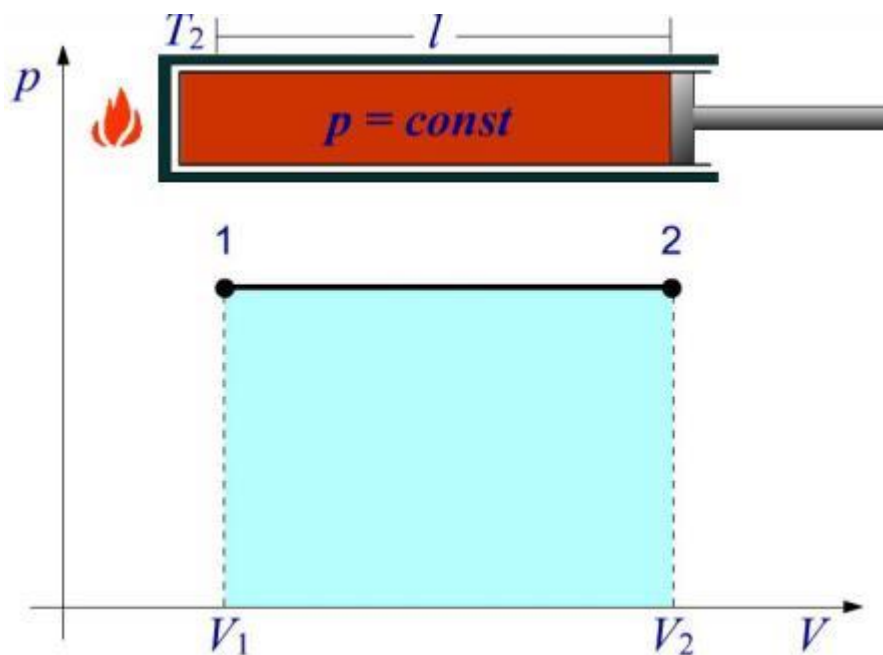
1. Кількість теплоти, яке необхідно для нагрівання певної маси речовини, обчислюється за формулою ...
2. Кількість теплоти, яка виділяється при згорянні палива, обчислюється за формулою ...
3. Кількість теплоти, яка необхідна для плавлення речовини певної маси, обчислюється за формулою
4. Кількість теплоти, яка необхідна для пароутворення речовини певної маси, обчислюється за формулою ...

Робота газу за умови сталого тиску дорівнює:

$$A = p(V_2 - V_1)$$

де $V_2 - V_1$ – приріст об'єму.

При розігріві газу в термоізолюваному поршні його об'єм зростається, а тиск залишається постійним. Величина роботи газу за умови сталого тиску чисельно дорівнює площі паралелепіпеду між прямими 1–2 і їх проекцією на вісь абс-



цис (виділено синім кольором).

Процес ізобарний. Отже, діюча на поршень сила визначається як:

$$F = p S,$$

де S — площа поршня.

Робота газу рівна:

$$A = F l = p S l,$$

де $S l$ — приріст об'єму газу ($V_2 - V_1$).

Остаточно отримаємо:

$$A = p (V_2 - V_1)$$

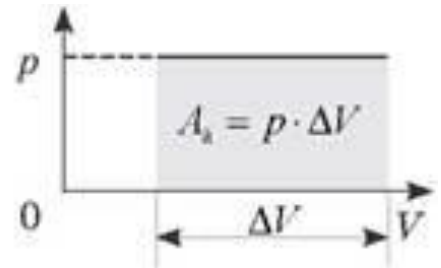
Повна енергія термодинамічної системи — це сума енергій:

- величезного числа частинок з яких складається система, які неперервно рухаються і взаємодіють між собою;
- енергії руху системи як єдиного цілого;
- потенціальної енергії системи у полі зовнішніх сил.

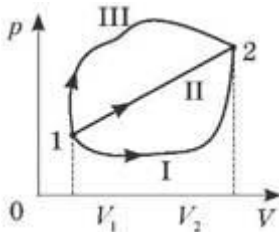
Графічне визначення роботи газу

Роботі A_a газу для випадку постійного тиску можна дати просте геометричне тлумачення.

В ізобарному процесі роботу розширення газу можна обчислити на діаграмі p, V як площу прямокутника.



Робота в термодинаміці залежить від послідовності станів, які проходить тіло від початкового до кінцевого стану.



Задача 1. Визначте початкову абсолютну температуру азоту з масою 0,28 кг, якщо при ізобарному нагріванні до температури 500 К газ виконав роботу 8,31 кДж. Молярна маса азоту дорівнює 0,028 кг/моль, $R = 8,31$ Дж/(моль К). Відповідь запишіть у кельвінах.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 0,28 \text{ кг,} \\ T_2 &= 500 \text{ К,} \\ A_r &= 8,31 \text{ кДж} = \\ &= 8,31 \cdot 10^3 \text{ Дж,} \\ M &= 0,028 \text{ кг/моль,} \\ R &= 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К).} \\ T_1 &= ? \end{aligned}$$

Розв'язання.

$$\begin{aligned} &\text{Процес ізобарний } p = \text{const}, A_r = p\Delta V. \text{ РМК: } pV = \\ &= \frac{m}{M} RT, p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T = A_r, \Delta T = \frac{A_r M}{mR}. \text{ Зміна тем-} \\ &\text{ператури } \Delta T = T_2 - T_1, T_1 = T_2 - \Delta T. \\ &\text{Перевіримо одиниці вимірювання:} \\ &[\Delta T] = \text{Дж} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot \left(\text{кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right)^{-1} = \text{К.} \\ &[T_1] = \text{К} - \text{К} = \text{К.} \end{aligned}$$

Числове значення:

$$\{\Delta T\} = \frac{8,31 \cdot 10^3 \cdot 0,028}{0,28 \cdot 8,31} = 0,1 \cdot 10^3 = 100.$$

$$\{T_1\} = 500 - 100 = 400.$$

Відповідь. 400 К.

Задача 2. Газ, що займав об'єм 8 л, розширився до об'єму 34 л за сталого тиску 500 кПа. Яку роботу виконав га?

Задача 3. Яку роботу виконує водень масою 6 г під час підвищення температури на 60 К?

I. Узагальнення та систематизація знань

1. Чим відрізняється робота, що виконується зовнішніми тілами над газом, від роботи газу над зовнішніми тілами?
2. Чи виконується робота у процесі ізобарного стиснення або розширення газу?
3. Чому газ під час стиснення нагрівається?
4. Поясніть, як графічно визначають роботу ізобарного розширення газу.
5. Чому дорівнює робота газу під час ізохорного процесу?
6. Поясніть, як графічно визначають роботу ізотермічного розширення газу.

Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? *«Кількість теплоти» Робота.*

Оголошення домашнього завдання уроку 8

Запишіть домашнє завдання: повторити параграф №34, виконати вправи №1 – 3 на с.214.

Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.