

## Урок № 11-12

### 11

**Тема уроку:** Розв'язування задач по темі: «Перший закон термодинаміки»

**Мета уроку:**

навчальна – систематизація знань про внутрішню енергію та способи її зміни, перший закон термодинаміки та застосування його до ізопроесів;

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

**Задача 1.** Як зміниться внутрішня енергія 3 кг льоду під час його танення за нормальних умов?

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$\lambda = 3,32 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$p_0 = 101325 \text{ Па}$$

$$T = 273 \text{ К}$$

$$\Delta U = ?$$

Розв'язання

За першим законом термодинаміки:

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

$$\text{де } Q = \lambda \cdot m,$$

$$Q = 3,32 \cdot 10^5 \cdot 3 = 9,96 \cdot 10^5 \text{ (Дж);}$$

$A = p_0 \cdot \Delta V = p_0(V_2 - V_1)$ , якщо врахувати, що  $V = \frac{m}{\rho}$ , то:

$$A = p_0 \cdot (V_2 - V_1) = p_0 \cdot \left( \frac{m}{\rho_B} - \frac{m}{\rho_L} \right),$$

де  $\rho_B$  – густина води,

$$\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

$\rho_L$  – густина льоду,

$$\rho_L = 900 \text{ кг/м}^3.$$

$$\text{Отже, } A = 101325 \cdot \left( \frac{3}{1000} - \frac{3}{900} \right) \approx -34 \text{ (Дж)}.$$

$$\text{Тоді } \Delta U = A + Q = -34 + 9,96 \cdot 10^5 \approx$$

$$\approx 9,95 \cdot 10^5 \text{ (Дж)} \approx 1 \text{ МДж}.$$

**Відповідь.** Внутрішня енергія збільшилась майже на 1 МДж.

**Задача 2.** Об'єм кисню масою 160 г, температура якого 27° С, при ізобарному нагріванні збільшився вдвічі. Знайдіть роботу газу при розширенні, кількість теплоти, яка пішла на нагрівання кисню, і зміну внутрішньої енергії.

<p><b>Дано:</b>  <math>O_2</math>  <math>m = 160 \text{ г} = 0,16 \text{ кг}</math>  <math>t_1 = 27^\circ \text{C}</math>  <math>T_1 = 300 \text{ К}</math>  <math>p = \text{const}</math>  <math>V_2 = 2V_1</math></p> <hr/> <p><math>A - ?</math>  <math>Q - ?</math>  <math>\Delta U - ?</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Розв'язання</b></p> <p>Робота газу визначається:</p> $A = p \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} \cdot R \Delta T.$ <p>До нагрівання: <math>pV_1 = \frac{m}{\mu} \cdot RT_1</math> (1)</p> <p>Після нагрівання: <math>pV_2 = \frac{m}{\mu} \cdot RT_2</math></p> <p>або <math>p \cdot 2V_1 = \frac{m}{\mu} \cdot RT_2</math> (2)</p> <p>Поділимо (2) на (1), одержимо <math>T_2 = 2T_1</math>, тобто <math>\Delta T = T_2 - T_1 = 2T_1 - T_1 = T_1</math>, тоді</p> $A = \frac{0,16}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 300 = 12,5 \cdot 10^3 (\text{Дж}).$
--	---

Кількість теплоти, яка пішла на нагрівання кисню:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = c \cdot m \cdot T_1, \text{ де } c = 0,913 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}};$$

$$Q = 0,913 \cdot 10^3 \cdot 0,16 \cdot 300 = 43,8 \cdot 10^3 (\text{Дж}).$$

За першим законом термодинаміки:

$$\Delta U = Q - A; \Delta U = 43,8 \cdot 10^3 - 12,5 \cdot 10^3 = 31,3 \cdot 10^3 (\text{Дж}).$$

Відповідь.  $A = 12,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}; Q = 43,8 \cdot 10^3 \text{ Дж};$

$$\Delta U = 31,3 \cdot 10^3 \text{ Дж}.$$

### Узагальнення та систематизація знань

1. Закон збереження енергії, записаний для теплових процесів, називають...

а) першим законом термодинаміки

б) другим законом термодинаміки

в) законом Бойля-Маріотта

г) законом збереження маси

2. Перший закон термодинаміки має вигляд...

а)  $Q = \Delta U + A$

б)  $Q = cm\Delta T$

в)  $Q = \Delta u - A$

г)  $\Delta U = A + Q$

3. Вся теплота, передана газу, йде на збільшення його внутрішньої енергії, тому  $Q = \Delta U$ . Це застосування першого закону термодинаміки для...

а) ізотермічного процесу

б) ізобарного процесу

в) ізохорного процесу

г) адіабатного процесу

4. При якому процесі внутрішня енергія газу не змінюється, тому вся теплота, передана газу, йде на виконання газом роботи  $Q=A$  ?
- а) ізобарному  б) ізотермічному  
 в) ізохорному  г) адіабатному
5. Оберіть запис першого закону термодинаміки для ізобарного процесу
- а)  $Q=\Delta U+A$   б)  $Q=A$   
 в)  $Q=\Delta U$   г)  $A=-\Delta U$
6. Процес, який відбувається без теплообміну з навколишнім середовищем, називається..
- а) ізотермічний  б) ізобарний  
 в) ізохорний  г) адіабатний
7. При ізохорному охолодженні повітря предало доквіллю 15 Дж теплоти. На скільки змінилася внутрішня енергія повітря? Яку роботу воно виконало?
- а)  $\Delta U=15$  Дж,  $A=0$   б)  $\Delta U= -15$  Дж,  $A=0$   
 в)  $\Delta U=0$ ,  $A=15$  Дж  г)  $\Delta U=15$  Дж,  $A=15$  Дж
8. У ході ізобарного стиснення гелій віддав доквіллю 6 Дж теплоти. На скільки змінилася внутрішня енергія газу?
- а)  $\Delta U= -6,3$  Дж  б)  $\Delta U= -3,6$  Дж  
 в)  $\Delta U= 6,3$  Дж  г)  $\Delta U= 3,6$  Дж
9. При ізобарному процесі для ідеального одноатомного газу кількість теплоти, передана газу розраховується за формулою...
- а)  $Q=3/2V\Delta p$   б)  $Q=5/2V\Delta p$   
 в)  $Q=5/2p\Delta V$   г)  $Q=2/3V\Delta p$



При адіабатному процесі...

- а)  $Q=0$   б)  $A=0$   
 в)  $\Delta U=0$

## II. Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку?  
 «Розв'язування задач по темі: «Перший закон термодинаміки»

## III. Оголошення домашнього завдання уроку 11

Запишіть домашнє завдання: Виконати вправи 15, 17 с.238.

## УРОК 12

**Тема уроку:** Теплові машини.

**Мета уроку:**

навчальна – ознайомитися з поняттям теплового двигуна;

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

**Тепловий двигун - машина, призначена для перетворення теплової енергії на механічну роботу**

До другої половини XVIII століття люди використовували для потреб виробництва в основному водяні двигуни. Оскільки передавати механічний рух від водяного колеса на великі відстані неможливо, усі фабрики доводилося будувати на берегах рік, що не завжди було зручно. Крім того, для ефективної роботи такого двигуна часто були потрібні дорогі підготовчі роботи. Відповідно першим механічним двигуном, що знайшов широке практичне застосування та дав поштовх розвитку техніки, був *тепловий двигун*, який перетворював внутрішню енергію водяної пари в механічну роботу.

До кінця XVIII ст. в загальних рисах існували всі основні види теплових двигунів:

- парові машини;
- двигун внутрішнього згорання (машина Дені Папена);
- парові турбіни Джованні Бранка;
- реактивний двигун (Геронова куля).

Однак ступені досконалості цих машин, а відповідно і застосування, були далеко не однаковими. Якщо парові машини після їх вдосконалення, внесеного Уаттом, мали велике поширення на заводах і фабриках, теплоходах та тепловозах, то парові турбіни, реактивні двигуни були всього лише іграшками, а двигуни внутрішнього згорання існували в проектах, часто не здійснених.

У середині XIX ст. парові машини, як дуже неекономічні (ККД приблизно 15...20%), почали витіснятися іншими двигунами: паровими та газовими турбінами, двигунами внутрішнього згорання.

Перші практично придатні парові турбіни з'явилися наприкінці XIX ст. завдяки зусиллям шведського інженера Густафа де Лавалля та багатьох інших винахідників. Вони працювали за тим же принципом, що і двигун Джованні Бранка. Коefіцієнт корисної дії газових турбін, де працює не водяна пара, а попередньо роз-

жарений газ, досягав 40%. Паралельно з турбінами були створені й реальні зразки двигунів внутрішнього згорання, ККД яких досягав 45%. А в 40-х роках ХХ ст. почався бурхливий розвиток реактивних двигунів.

Такий бурхливий розвиток теплових двигунів вимагав обґрунтування і сприяв розвитку наукових досліджень теплових явищ.

Джерелом тепла теплового двигуна є переважно органічне паливо. До теплового двигуна з зовнішнім згоранням палива належать парові машини і парові турбіни, до теплового двигуна з внутрішнім згоранням - двигуни внутрішнього згорання, газові турбіни і реактивні двигуни. В кожному тепловому двигуні розрізняють нагрівник і холодильник.



В основу дії теплових двигунів та холодильний машин покладено виконання механічної роботи за рух нок теплоти, яку вони отримують від нагрівача й частину якої віддають охолоджувачу.

### Типи теплових двигунів

Можуть бути різні механізми перетворення теплової енергії у енергію механічну. Виділяють поршневі, турбінні двигуни. У поршковому двигуні відбувається розширення газу, що тисне на поршень, змушуючи його переміщатися. У турбодвигуні розширення газу діє на лопатки колеса турбіни, спричиняючи його обертання. Прикладами поршкових двигунів є парові машини і двигуни внутрішнього згорання (карбюраторні і дизельні). Турбіни двигунів бувають газові (наприклад, в авіаційних турбореактивних двигунах) і парові. Останнім часом набувають поширення теплові двигуни на базі мікротурбін.

### Узагальнення та систематизація знань

1. За рахунок якої енергії відбувається механічна робота у двигуні внутрішнього згорання?
2. Що таке тепловий двигун?
3. Назвіть види теплових двигунів.

## **Підведення підсумків уроку.**

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? *«Теплові машини»*

## **Оголошення домашнього завдання уроку 12**

Запишіть домашнє завдання: опрацювати конспект, підготувати повідомлення на теми:

1. Історія виникнення і розвитку теплових двигунів
2. Переваги та недоліки теплових двигунів
3. Парові машини

## **Зворотній зв'язок**

**Viber** 0662728430

**E-mail** [partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua](mailto:partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua)

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