**Практичне заняття**

з навчальної дисципліни **Термодинаміка і теплообмін**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема** | Теплоємність. Перший закон термодинаміки. |
| **Мета** | Навчитись визначати теплоємність та використовувати перший  |
|  | закон термодинаміки для розв’язання задач |
| **Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН** |
| Методичні рекомендації до виконання практичних робіт, конспект |

Час – 2 години (80 хвилин)

План проведення заняття

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Структура заняття | Відведений час, хв | Методичні вказівки |
| 1 Організаційна частина | 3 | Привітання,визначення присутності студентів на занятті |
| 2 Повідомлення теми, формулювання мети та основних завдань | 2 | Теплоємність. Перший закон термодинаміки. |
| 3 Основна частина | 70 | Розв’язання задач за темою роботи |
| 4 Заключна частина Домашнє завдання: задача №1, 2, 10  | 5 | Підведення підсумків заняття, оцінювання роботи студентів оголошення номерів задач для домашньої роботи. |

Література (основна та додаткова)

1. Чернов, А. В. Основы теплотехники и гидравлики [Текст] : учеб. / А. В. Чернов, Н. К. Бессребренников ; М. - Л. : Энергия, 1965. - 456 с.;
2. Черняк О. В. Основы теплотехники и гидравлики [Текст] : учеб. / О. В. Чернов, Г. Б. Рыбчинсая ; М. : Наука, 1989.
3. Основи термодинаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [**www.URL**](http://www.URL):[**http://posibnyky.vntu.edu.ua/fizika/22\_1.htm**](http://posibnyky.vntu.edu.ua/fizika/22_1.htm)
4. Основи теплотехніки [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [**www.URL**](http://www.URL):http://gendocs.ru/v7346/конспект,\_теоритичні\_основи\_теплотехніки

**Інструкційна картка для проведення практичного заняття додається.**

**Інструкційна картка**

**для проведення практичного заняття**

**Теплоємність. Перший закон термодинаміки.**

**Мета проведення заняття**: Навчитись визначати теплоємність та використовувати перший закон термодинаміки для розв’язання задач

Після виконаної практичної роботи студент повинен:

 **Знати** Формулювання таматематичний запис першого закону термодинаміки, поняття та формули для визначення теплоємності.

 **Уміти** Використовувати перший закон термодинаміки при розв’язанні задач ідеальних газів та рівняння стану газу для розрахунків.

Робота виконується у окрему зошиті для практичних робіт

**Теоретичні відомості:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Процес** | **Умова** | **Газові закони** | **Запис Першого закону термодинаміки** | **Тепло** |
| Ізотермічний | Т=const | $$\frac{V\_{1}}{V\_{2}}=\frac{P\_{2}}{P\_{1}}$$ | Q=А | Q =Р(V2-V1) |
| Ізобарний | P=const | $$\frac{V\_{1}}{V\_{2}}=\frac{T\_{1}}{T\_{2}}$$ | Q=ΔU+L | Q=mcР ΔT |
| Ізохорний | V=const | $$\frac{P\_{1}}{P\_{2}}=\frac{T\_{1}}{T\_{2}}$$ | Q= ΔU | Q=mcv ΔT |
| Адіабатний | q=const |  | l=- ΔU | Q=0 |

Q- кількість теплоти

l – робота l=Р(V2-V1)

ΔU - зміна внутрішньої енергії

**Приклади розв’язання задач до практичної роботи**

**Задача 1.** Визначити кількість тепла необхідне для нагрівання 4 м3 повітря при надлишковому тиску, який дорівнює 2 бари, нагрівання здійснюється від 100оС до 500оС. Задачу визначити 2-ма варіантами за допомогою масової та об’ємної теплоємності.

Розв’язання:

1. Виходячи з того, шо речовина –це повітря, визначаємо сталі величини по довіднику:
1. Індивідуальна газова постійна R=287$\frac{Дж}{кг\*град}$;
2. Масова теплоємність с=1,0301$\frac{кДж}{кг\*град}$;
3. Об’ємна теплоємність c’=1,0014$\frac{кДж}{м^{3}\*град}$.
2. Визначаємо масу повітря з рівняння Менделєєва-Клапейрона

$$PV=MRT$$

$$М=\frac{РV}{RТ}=\frac{3\*10^{5}\*4}{287\*373}=11,21 (кг)$$

Р=2+1=3 (бар), тому що є надлишкове, додається атмосферний тиск;
Т=100+273=373оК.

1. Кількість тепла визначаємо за формулою:

$$Q=cmΔT$$

1. Масовою теплоємністю:

$$Q=cmΔT=1,0301\*11,21\*\left(500-100\right)=4618,9\left(кДж\right)$$

1. Об’ємною теплоємністю:

$$Q=c'mΔT=1,0014\*11,21\*\left(500-100\right)=4490,3\left(кДж\right)$$

*Завдання для самостійної роботи*:

V= x м3; Т1=150оС; Т2=(200+х)оС; Р=х бар

Х – цифра варіанту студента за списком.

**Задача 2.** У циліндрі під рухомим поршнем знаходиться газ. На поршень поклали вантаж. К газу підвели 420 кДж тепла. Розрахувати роботу, виконану газом, якщо 70% всієї кількості тепла пішло на нагрів самого газу.

Розв’язання:

1. Визначаємо внутрішню енергію:

$$ΔU=Q\*0,7=420\*0,7=294 (кДж) $$

1. З першого закону термодинаміки по формули (13) визначаємо роботу:

$$l=Q-ΔU=420-294=126 (кДж)$$

*Завдання для самостійної роботи*:

Q = (150\*x) Дж; Порядковий номер с 1 по 9 (х\*10) %

Порядковий номер с 10 по 25 (100-х)%

Х – цифра варіанту студента за списком.

**Задача 3**. За який час 2,5 л води нагріється до температури кипіння з допомогою електричного кип’ятильника, потужністю 450 Вт. Теплообмін з зовнішньою середою відсутній. Початкова температура води дорівнює 20оС.

Розв’язання:

1. Визначаємо масу води, що треба нагріти. З формули :

$$M=ρV=1000\*0,0025=2,5 (кг)$$

ρ=1000 (кг/м3) – щільність води;

V=2,5/1000=0,0025 (м3).

1. Визначаємо кількість теплоти потрібну для нагрівання води до температури кипіння, з формули (11):

$$Q=cmΔT=4186,8\*2,5\*\left(100-20\right)=837300 (Дж)$$

с=4186,8 – теплоємність води.

1. Визначаємо час, виходячи з того, що Вт=Дж/с , отримаємо наступний вираз:

$$τ=\frac{Q}{W}=\frac{837300}{450}=1860 \left(с\right)=31 \left(хв.\right)$$

*Завдання для самостійної роботи*:

V = x м3; t1=xoC;

Порядковий номер с 1 по 5, W=1000 Вт

Порядковий номер с 6 по 10, W=2000 Вт

Порядковий номер с 11 по 15, W=1200 Вт

Порядковий номер с 16 по 20, W=750 Вт

Порядковий номер с 21 по 25 W=500 Вт

Х – цифра варіанту студента за списком.

**Задача 4**. Авто масою 1500кг зупиняється під дією гальма при швидкості V=11м/с. Визначити кінцеву температуру гальмівного диску, якщо його маса m=15 кг, а теплоємність сталі з якої виготовлений пристрій с=0,46$\frac{кДж}{кг\*град}$. Початкова температура t=10oC. Втратами в навколишню середу знехтувати.

Розв’язання:

1. Знаходимо роботу гальмування автомобілю:

$$l=\frac{mV^{2}}{2}=\frac{1500\*11^{2}}{2}=90750 \left(Дж\right)=90,75 (кДж)$$

1. Робота повністю йде на нагрівання гальмівного диску, з першого закону термодинаміки отримаємо наступне:

$Q=ΔU+l$*;* $ΔU=0, тоді Q=l=90,75 (кДж)$

1. Визначаємо кінцеву температуру:

$$Q=cmΔT, звідси$$

$$ΔT=\frac{Q}{cm}=\left(t\_{2}-t\_{1}\right), тоді$$

$$t\_{2}=\frac{Q}{cm}+t\_{1}=\frac{90,75}{0,46\*15}+10=23,15^{о}С $$

*Завдання для самостійної роботи*: t1=xoC;

Порядковий номер с 1 по 5, m=1200 кг; V=(10x) км/год

Порядковий номер с 6 по 10, m=1800 кг; V=(4x) км/год

Порядковий номер с 11 по 25, m=(x/10) кг; V= x км/год

Х – цифра варіанту студента за списком.

**Завдання до самостійної (додаткової) роботи:**

Х – цифра варіанту студента за списком.

**Задача 5**. Яку кількість теплоти потрібно передати ідеальному газу в циліндрі під поршнем для того, щоб внутрішня енергія газу збільшилась на (100+10\*х) Дж і при цьому газ виконав роботу 250Дж?

**Задача 6.** Як зміниться внутрішня енергія (240+10\*х)г кисню при незмінному об’ємі, якщо охолодити його на 100К? cv=920 Дж/кг К

**Задача 7.** Балон ємністю 10дм3 наповнений киснем при температурі (10+х)0С та тиску 107Па.Визначити температуру та тиск кисню після нагріву балону на сонці, якщо його внутрішня енергія збільшилась на 8350Дж. c=920 Дж/кг К

**Задача 8.** При температурі (280+Х)К та тиску 4⋅105 Па газ займає об’єм 0,1м3. Яка робота виконається над газом по збільшенню об’єму, якщо газ нагріти до 420К при постійному тиску?

**Задача 9.** Повітря при початкових параметрах: об’єм 0,05м3, температура (850-Х)К та тиск 29,5 бар, розширюється при постійному тиску до об’єму 0,1м3. Визначити кінцеву температуру, кількість підведеного тепла, зміну внутрішньої енергії та зовнішню роботу, якщо теплоємність 0,7214 кДж/кг.

**Задача 10.** Х кг азотурозширюються від початкового стану: тиск 12 бар, температура (250-Х)0С до кінцевого: тиск 2 бар. Визначити кінцеві параметри та роботу газу при ізотермічному розширенні.

Питання для контролю знань студентів

1. Що називають повною теплоємністю?
2. Які види питомої теплоємності ви знаєте?
3. Що таке кількість теплоти?
4. Перший закон термодинаміки?