

План уроку 37

Тема: Молекулярна фізика та термодинаміка

Тема уроку: Необоротність теплових процесів. Ентропія.

Мета: сформувати поняття про оборотні і необоротні теплові процеси, поглибити знання учнів про теплові двигуни, фізичні знання їх роботи; розвивати розумові операції порівняння, аналізу та синтезу; формувати комунікативні компетентності під час застосування інтерактивних форм роботи та роботи у малих групах.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Демонстрації: необоротність теплових процесів, принцип дії теплового

двигуна, моделі різних видів теплових двигунів

ХІД УРОКУ

I. Актуалізація опорних знань

1. Завдання-плутанка

До процесів, позначених цифрами, доберіть правильні варіанти зміни внутрішньої енергії, роботи, кількості теплоти

$$A > 0, A < 0, A = 0;$$

$$\Delta U > 0, \Delta U < 0, \Delta U = 0;$$

$$Q > 0, Q < 0, Q = 0.$$

А) Ізотермічне стиснення

Б) Ізобарне розширення

В) Ізотермічне розширення

Г) Ізохорне стиснення

Д) Ізобарне стиснення

Е) Адіабатне стиснення

Ж) Ізохорне розширення

2. Фронтальне опитування

А) Від яких фізичних величин залежить внутрішня енергія тіла?

Б) Навести приклади перетворення механічної енергії на внутрішню

й навпаки.

В) Сформулюйте перший закон термодинаміки

II. Вивчення нового матеріалу

Перший закон термодинаміки – один із найзагальніших фундаментальних законів природи. Наука не знає жодного процесу, в якому хоча б незначною мірою порушувався цей закон. Якщо якийсь процес заперечується першим законом термодинаміки, то це означає, що він ніколи не відбувається. Проте не всякий процес, який не суперечить першому началу термодинаміки у природі, насправді відбувається.

Створення проблемної ситуації

Досліди:

- Рух кульки, підвищеної на нитці.
- У калориметр із холодною водою опускають гаряче тіло.
- Кульку кидають вертикально вниз.
- Пробивають надуту повітряну кульку.

Запитання для обговорення:

1. Які перетворення енергії тут відбуваються?
2. Чи можливе перетворення енергії у зворотному напрямку?

У першому досліді спостерігаємо оборотний процес, у наступних дослідах – необоротні процеси.

Перший закон термодинаміки не заперечує:

- Передавання теплоти від менш нагрітого тіла до більш нагрітого.
- Перехід до кульки, що лежить на столі, певної кількості теплоти, внаслідок чого вона піднялася б на деяку висоту.
- Самовільне стиснення газів.

Життєвий досвід показує, що мимоволі такі процеси ніколи не відбуваються. Практично всі реальні макроскопічні процеси в природі супроводжуються тертям і теплопровідністю, тому вони необоротні.

Учні самостійно формулюють означення необоротного і оборотного процесів.

Узагальненням великої кількості дослідних факторів є другий закон термодинаміки. Він не має теоретичного вивчення і тому приймається як постулат.

Робота з підручником

Учні ознайомлюються з різними формулюваннями другого начала термодинаміки.

За рахунок внутрішньої енергії газу може бути виконана робота. Ще в XVIII ст. було створено перші теплові двигуни – пристрої, які виконували роботу за рахунок поглинання теплової енергії.

Учень коротко інформує про історію створення перших теплових двигунів та їх використання.

Прийом “Лекція з елементами бесіди”

На прикладі циліндра з газом під поршнем пояснюється рух поршня вгору під час нагрівання газу.

Запитання до учнів у ході викладання матеріалу:

– Що потрібно зробити, щоб поршень знову опуститься вниз?

– Чи може рух поршня бути циклічним?

Обговорюється принципова схема будови та принцип дії теплового двигуна, створюється блок-схема.



A – корисна робота;

Q_1 – кількість теплоти, отримана від нагрівника;

Q_2 – кількість теплоти, віддана холодильнику;

T_1 – температура нагрівника;

T_2 – температура холодильника.

Тепловими двигунами називаються пристрої, в яких відбувається перетворення теплоти в роботу. Робоче тіло у будь-якому тепловому двигуні послідовно вступає в тепловий контакт з гарячими тілами (нагрівники), отримуючи від них деяку кількість теплоти Q_1 , і з холодними тілами (холодильники), віддаючи їм кількість теплоти $Q_2 > Q_1$, і періодично повертається до первісного стану. Такі процеси називають циклічними або коловими.

Термодинаміка стверджує, що неможливо всю теплоту Q_1 , отриману в коловому процесі від нагрівників, перетворити в роботу. Згідно із законом збереження енергії робота, яка виконується двигуном, обчислюється за формулою: $A = Q_1 - Q_2$.

Коефіцієнтом корисної дії теплового двигуна називають відношення:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1.$$

Цикл Карно являє собою ідеалізований коловий процес, в якому робоче тіло періодично вступає в тепловий контакт тільки з одним нагрівником (T_1) і одним холодильником (T_2). Цикл Карно складається з двох ізотерм і двох адіабат. Французький інженер Карно довів, що ККД такого ідеального теплового двигуна максимальний при даних значеннях T_1 і T_2 і дорівнює:

$$\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Будь-який реальний тепловий двигун, що працює з нагрівником температурою T_1 і холодильником температурою T_2 , не може мати ККД, що перевищує $\eta_{\max}$.

Обговорюються питання:

- Як збільшити ККД теплового двигуна?
- Чи можна створити тепловий двигун, який би працював без нагрівника або холодильника?
- Які види теплових двигунів ви знаєте?

III. Засвоєння нового матеріалу

Розв'язування задач

1. Під час згоряння палива в тепловому двигуні виділилася кількість теплоти 200 кДж, а холодильникові передана кількість теплоти 120 кДж. Який ККД теплового двигуна? (40 %)

2. Який максимально можливий ККД двигуна, у якого температура нагрівника 2000 К, а температура холодильника 100 °С? (87 %)

3. Температура нагрівника ідеальної теплової машини дорівнює 477 °С. Якою повинна бути температура холодильника, щоб ККД машини дорівнював 80 %?

IV. Підсумки уроку

Вправа “Мікрофон”

Учні по черзі відповідають на запитання:

– Що нового ви дізналися на уроці?

– Чи знадобляться вам ці знання в житті?

V. Домашнє завдання

1. Опрацювати відповідний параграф підручника.

2. Підготуватись до семінарського заняття за темою “Роль теплових двигунів у народному господарстві. Екологічні проблеми, пов’язані з їх застосуванням”.

Перелік питань, винесених на обговорення

1. Перший закон термодинаміки – один із найважливіших законів природи.

2. Принцип дії теплового двигуна.

3. Види теплових двигунів.

4. Охорона навколишнього середовища у зв’язку із застосуванням теплових двигунів.

Додаток 1

Нікола Леонард Саді Карно (1796-1832)

Саді Карно народився 1796 року в Парижі. Роки дитинства і юності Карно збігалися з бурхливим революційним періодом Франції. Батько майбутнього вченого Лазар Карно був знаним політичним діячем, талановитим воєначальником, видатним ученим. Вплив батька на синів Саді і Іполіта був величезним. Саді все життя шанував батька і був вдячним йому за знання і вміння, які він передав дітям.

Саді Карно закінчив в 1814 р. Політехнічну школу і був направлений в Метц для продовження навчання.

У 1816 р. після закінчення навчання приступив до служби в інженерному полку у званні лейтенанта.

Але служба в гарнізоні не приваблювала його. Витримавши конкурсні екзамени, був зарахований до Головного штабу корпусу в Парижі, де він приступає до вивчення наукових публікацій в області фізики.

У 1824 р. була надрукована перша і єдина робота 28-річного військового інженера “Роздуми про рухому силу вогню і про машини, які здатні розвивати цю силу”. Через два дні після виходу в пресі робота молодого вченого була офіційно представлена в Академію наук, де отримала позитивний відгук, у якому зазначалась можливість практичного використання двигунів, які були теоретично розглянуті автором.

Але найважливіші результати роботи Карно не були зрозумілі. Це пояснювалось тим, що основні ідеї цієї роботи були сформульовані в науці вперше. Тільки через багато років ця робота стала хрестоматійною.

Частина робіт була опублікована лише через 54 роки після смерті вченого.

У 1832 р. у віці тридцяти шести років він помер від епідемії холери. Внаслідок цього всі його речі, включаючи рукописи наукових робіт, були знищені. Випадково залишився записник ученого, який після смерті перейшов до його брата, що зберігав записник у своїй бібліотеці як реліквію. Іполіт Карно передав записи до Французької Академії наук, які були опубліковані в наукових виданнях. Тут містилось і формулювання першого закону термодинаміки.

Коловий процес в тепловій машині, в результаті якого тіло, виконавши роботу, повертається у вихідний стан, використовуючи частину цієї роботи, дістав назву циклу Карно.

Саді Карно вважають основоположником термодинаміки, бо його ідеї покладені в основу створення теплових машин.