

34 Zmiana energii wewnętrznej w wyniku pracy i przepływu ciepła

Cel lekcji: Dowiesz się, jak można zmienić energię wewnętrzną ciała. Poznasz pierwszą zasadę termodynamiki.

Zmiana energii wewnętrznej w wyniku pracy

Z poprzedniej lekcji wiesz, że wskutek różnych czynności może się zwiększyć temperatura ciała, a więc i jego energia wewnętrzna. W doświadczeniu 51 można było zaobserwować wzrost temperatury nakrętki i dłoni. Wykonaj jeszcze jedno doświadczenie.

DOŚWIADCZENIE 53

1. Przygotuj pompkę do piłki i piłkę (lub pompkę do roweru i rower).
2. Napompuj piłkę (dętkę w rowerze) jak najszybciej.
3. Dotknij wylotu pompki. Co odczuwasz?



Pompka rozgrzała się w pobliżu wylotu powietrza.

Jak wytłumaczyć wynik doświadczenia? Mechanizm przekazywania energii w doświadczeniu można wyjaśnić na przykładzie gry w tenisa. Prędkość piłki odbijającej się od ściany (przy doskonałej sprężystości zarówno piłki, jak i ściany), miałaby tę samą wartość przed odbiciem i po odbiciu. Jeśli piłka została uderzona rakietą poruszającą się w stronę piłki, to piłka po odbiciu miałaby prędkość większą niż przed odbiciem. Podobnie dzieje się w pompce – cząsteczki powietrza uderzają w poruszający się w ich stronę tłok i w chwili odbicia zwiększa się ich prędkość, a więc ich energia kinetyczna i temperatura, a rozgrzane powietrze powoduje rozgrzanie pompki. Zarówno w doświadczeniu 51 przy uderzaniu młotkiem lub pocieraniu dłoni, jak i w doświadczeniu 53 przy przesuwaniu tłoka pompki została wykonana praca, a efektem był wzrost energii wewnętrznej ciała.

Wcześniejsze uwagi o wzroście energii mechanicznej układu równym wykonanej na nim pracy (przy braku oporów ruchu) możemy teraz uogólnić:

Energia ciała można **zwiększyć**, wykonując nad nim **pracę**.

Praca wykonana nad układem może nie tylko zwiększyć jego energię mechaniczną, ale też spowodować wzrost energii wewnętrznej. Łączny przyrost energii będzie

zawsze równy wykonanej pracy. Zatem wykonanie pracy nad ciałem może prowadzić do wzrostu energii w różnych formach. Na przykład podniesienie ciała na pewną wysokość spowoduje wzrost jego energii potencjalnej ciężkości, podczas gdy energia wewnętrzna się nie zmieni (przy pominięciu oporów ruchu). Natomiast pocieranie o siebie dwóch kawałków drewna spowoduje wzrost ich energii wewnętrznej, ale nie wpłynie na ich energię potencjalną ciężkości. Zmianę energii mechanicznej na energię wewnętrzną można również wyjaśnić, dlaczego np. piłka po odbiciu się od podłogi nie wzbija się na początkową wysokość. Początkowa energia potencjalna piłki w trakcie spadania zostaje zamieniona częściowo na energię kinetyczną, a częściowo, w wyniku tarcia, na energię wewnętrzną piłki i powietrza. Również w chwili odbicia energia kinetyczna piłki w części zostaje zamieniona na energię wewnętrzną piłki i podłoża. I ponownie, przy wznoszeniu się piłki tylko część energii kinetycznej zamienia się na energię potencjalną. Pozostała część przekształca się w energię wewnętrzną piłki i powietrza.

R Praca kosztem energii wewnętrznej

Jak już wiesz, zwiększenie energii wewnętrznej ciała jest możliwe w wyniku wykonania nad tym ciałem pracy. Jest też możliwy proces odwrotny, czyli **wykonanie pracy przez ciało dzięki jego własnej energii wewnętrznej**. Taki proces może zajść w gazie znajdującym się w naczyniu zamkniętym z jednej strony tłokiem.

Jeśli gaz w takim naczyniu zostanie ogrzany, wzrośnie energia kinetyczna jego cząsteczek. Oznacza to, że cząsteczki będą poruszać się z większą prędkością, a zatem częściej i z większą prędkością będą uderzać w ścianki naczynia i tłok. Wzrośnie wtedy ciśnienie w naczyniu. Jeśli ciśnienie na zewnątrz naczynia będzie mniejsze, tłok będzie przesuwany (wypychany), czyli zostanie wykonana praca. Podczas wypychania tłoka obniży się temperatura – cząsteczki po odbiciu od cofającego się tłoka będą poruszać się wolniej niż przed odbiciem (podobnie zmniejsza się prędkość piłki po odbiciu od cofającej się rakietki tenisowej). Zmniejszy się zatem energia wewnętrzna, której kosztem została wykonana praca mechaniczna.

Zdolność do wykonania pracy przez gaz dzięki własnej energii wewnętrznej zastosowano w silnikach cieplnych, np. silnikach spalinowych.

Przekazywanie ciepła a zmiana energii

Jak powiedzieliśmy wcześniej, dzięki pracy może nastąpić zmiana jednej formy energii w inną. Jest jednak wiele zjawisk, w których zmiana formy energii zachodzi bez wykonywania pracy. Dzieje się tak np. wtedy, gdy podgrzewasz posiłek. O tym, że wzrost energii wewnętrznej może nastąpić bez wykonania pracy, możesz się przekonać, wykonując doświadczenie.



Pracę wykonywaną przez rozprężający się gaz zamknięty w cylindrze wykorzystuje się do poruszania tłoka i napędzania elementu obrotowego w silnikach spalinowych.

DOŚWIADCZENIA

1. Przygotuj kawałek drewna i uchwyt.
2. Do garnka z wodą podgrzewaj.
3. Trzymaj kawałek drewna zwykłym uchwytami tak, aby nie było końca.
4. Wyłącz kuchenkę.

Wykonując doświadczenie mimo że nie...

Wzrost energii wewnętrznej ciała od czasu...

Jeśli dwa ciała znajdują się w takiej sytuacji, w języku fizyki energia wewnętrzna...

Ciepło to zmiana temperatury...

Pierwsza zasada termodynamiki

Wiesz już, że energia wewnętrzna ciała może się zmieniać, jeżeli nad ciałem zostanie wykonana praca.

Ciała mogą być ogrzewane w wyniku przepływu ciepła. Gazy mogą być rozprężane i wykonać pracę.

Na podstawie pierwszego prawa...

DOŚWIADCZENIE 54

1. Przygotuj kuchenkę i garnek z długim metalowym uchwytem (ewentualnie zwykły garnek i metalową łyżkę).
2. Do garnka wlej wodę, ustaw go na kuchenie i zacznij podgrzewać.
3. Trzymaj koniec metalowego uchwyty garnka. Jeśli używasz zwykłego garnka i łyżki, włóż łyżkę do wody i przytrzymuj ją tak, aby jeden koniec był zanurzony w wodzie, a drugi koniec wystawał w bok poza krawędź garnka.
4. Wyłącz kuchenkę.



Po chwili uchwyt garnka staje się ciepły.

Wykonując doświadczenie, odczuwasz, że temperatura uchwyty garnka wzrasta, mimo że nie jest wykonywana żadna praca.

Wzrost energii wewnętrznej następuje wskutek **przekazywania energii w postaci ciepła** od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.

Jeśli dwa ciała mają taką samą temperaturę, przepływ ciepła nie zachodzi – mówimy w takiej sytuacji o **równowadze termicznej**.

W języku fizyki termin „ciepło” związany jest z procesem przekazywania energii wewnętrznej bez wykonywania pracy. Zatem:

Ciepło to ilość energii wewnętrznej przekazanej między ciałami o różnych temperaturach bez wykonywania pracy. Ciepło oznacza się literą Q .

Pierwsza zasada termodynamiki

Wiesz już, że energia wewnętrzna ciała może wzrosnąć, jeżeli nad ciałem jest wykonywana praca lub gdy ciału zostało przekazane ciepło.

Ciała mogą również przekazywać ciepło do otoczenia, w wyniku czego zmniejsza się ich energia wewnętrzna. Gazy mogą także dzięki własnej energii wewnętrznej wykonać pracę.

Na podstawie powyższej analizy można sformułować **pierwszą zasadę termodynamiki** (patrz str. 236).



Ciepło przepływa między ciałami do czasu wyrównania temperatur obu ciał.

Jeżeli praca wykonana nad ciałem prowadzi w całości do przyrostu energii wewnętrznej, to całkowity przyrost energii wewnętrznej ciała jest równy sumie pracy wykonanej nad ciałem i pobranego ciepła.

Treść **pierwszej zasady termodynamiki** możemy zapisać za pomocą wzoru:

$$\text{zmiana energii wewnętrznej} = \text{praca wykonana nad ciałem} + \text{ilość ciepła pobranego przez ciało} \quad \Delta E_w = W + Q$$

Jednostką ciepła, podobnie jak pracy, jest **dżul** (1 J).

TO NAJWAŻNIEJSZE

- **Energię wewnętrzną** ciała można **zwiększyć**, wykonując nad nim **pracę**.
- Gazy mogą wykonywać pracę dzięki swojej energii wewnętrznej.
- **Ciepło** to forma przekazywania energii wewnętrznej bez wykonywania pracy.
- **Przepływ ciepła** następuje od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.
- **Pierwsza zasada termodynamiki:** Zmiana energii wewnętrznej ciała jest równa sumie pracy wykonanej nad ciałem i ciepła dostarczonego temu ciału:

$$\Delta E_w = W + Q$$

Rozwiąż zadania

ROZWIĄZANIA
ZAPISZ W ZESZCIE

- 1 Do każdej sytuacji przedstawionej na ilustracji dopasuj odpowiedni opis procesu, który zachodzi.



- Wzrost energii wewnętrznej ciała w wyniku wykonania pracy mechanicznej.
- Wzrost energii wewnętrznej ciała w wyniku dostarczenia ciepła.
- Zmniejszenie energii wewnętrznej w wyniku odpływu ciepła.