




Jak odróżnić przekaz energii w formie pracy mechanicznej od przekazu energii w postaci ciepła?

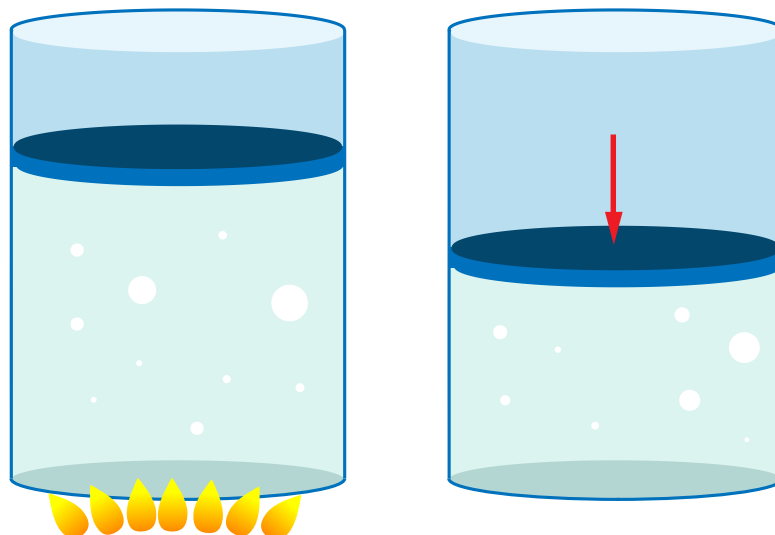
- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak odróżnić przekaz energii w formie pracy mechanicznej od przekazu energii w postaci ciepła?

Czy to nie ciekawe?

W pojemniku z tłokiem znajduje się gaz. Jak możemy zwiększyć jego temperaturę? Można ustawić pojemnik na kuchence i podgrzewać, aż temperatura osiągnie wyższą wartość, ale jest też inny sposób. Możemy mocno nacisnąć tłok i gwałtownie sprężyć gaz. Również i w tym przypadku temperatura gazu zwiększy się. Czym różnią się te dwa sposoby i dlaczego w obu przypadkach osiągniemy ten sam skutek? Dowiesz się, gdy zapoznasz się z tym e-materiałem.



Rys.a. Energię wewnętrzną ciał można zmienić (tj. zwiększyć lub zmniejszyć) na kilka sposobów. W przypadku gazu, który jest zamknięty w naczyniu z ruchomym tłokiem, można to zrobić poprzez podgrzanie (lub schłodzenie) gazu lub poprzez jego sprężenie (lub odpowiednio rozprężenie).

Twoje cele

- dowiesz się, na czym polega przekaz energii w formie ciepła oraz w formie pracy,
- zrozumiesz, jakie warunki muszą być spełnione, aby nastąpił przekaz ciepła między ciałami,
- zrozumiesz, dlaczego podczas sprężania gazu zwiększa się jego temperatura,
- obliczysz energię przekazywaną w postaci ciepła i pracy.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Przekazywanie ciepła i wykonywanie pracy to dwa różne sposoby zmiany energii ciała.

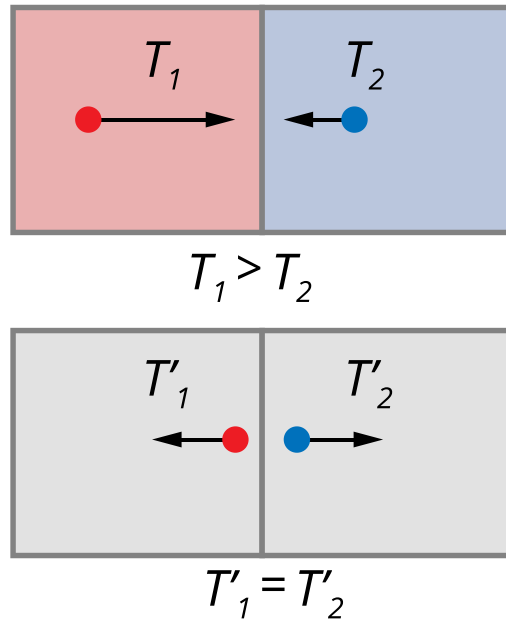
Dostarczanie lub odbieranie ciepła jest przekazywaniem energii na poziomie mikroskopowym. Przez przekazywanie energii na poziomie mikroskopowym rozumiemy przekazywanie energii bezpośrednio między cząsteczkami różnych substancji. Przekaz energii odbywa się między dwoma ciałami.

Wykonywanie pracy nad układem lub przez układ to przekazywanie energii na poziomie makroskopowym. Praca wykonywana jest za pośrednictwem ciała dużo większego od cząsteczek (o rozmiarach makroskopowych), którym możemy oddziaływać na cząsteczki ciała. Przykładem jest tłok, którym sprężamy lub rozprężamy gaz.

Omówmy teraz te dwa sposoby przekazywania energii.

1. Przekazywanie ciepła

Ciepło zawsze przekazywane jest od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze. Temperatura jest miarą średniej energii kinetycznej cząsteczek. Gdy temperatura ciała rośnie, zwiększają się prędkości i energie kinetyczne cząsteczek. Zmniejszanie się temperatury polega na tym, że cząsteczki poruszają się coraz wolniej – średnia energia kinetyczna cząsteczek maleje. Gdy zetkniemy ze sobą dwa ciała o różnych temperaturach, ich cząsteczki mogą się ze sobą zderzać. Gdy zderza się cząsteczka o dużej prędkości z cząsteczką wolniejszą, to po zderzeniu szybsza cząsteczka zwalnia, a ta która była wolniejsza porusza się z większą prędkością. W ten sposób w zderzeniach energia przekazywana jest od cząsteczek o większej energii do cząsteczek o mniejszej energii kinetycznej. W rezultacie temperatura gorącego ciała maleje, a zimnego wzrasta. Dzieje się tak do momentu, gdy temperatury obu ciał wyrównają się (Rys. 1.).

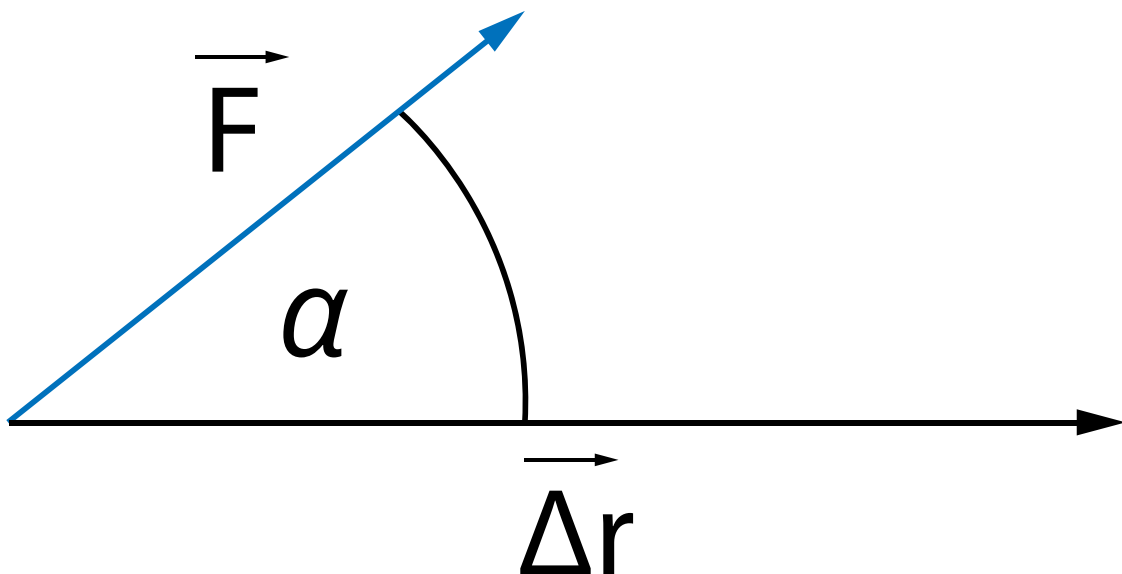


Rys. 1. Po zetknięciu dwóch ciał o różnych temperaturach energia w postaci ciepła przekazywana jest od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze poprzez bezpośrednie zderzenia między cząsteczkami tych ciał.

2. Wykonywanie pracy

W fizyce definiujemy pracę siły \vec{F} działającej na ciało jako iloczyn jej wartości F , wartości przesunięcia Δr tego ciała i związanego z działaniem tej siły oraz cosinusa kąta α między kierunkiem siły i kierunkiem przesunięcia:

$$W = F \cdot \Delta r \cdot \cos\alpha$$

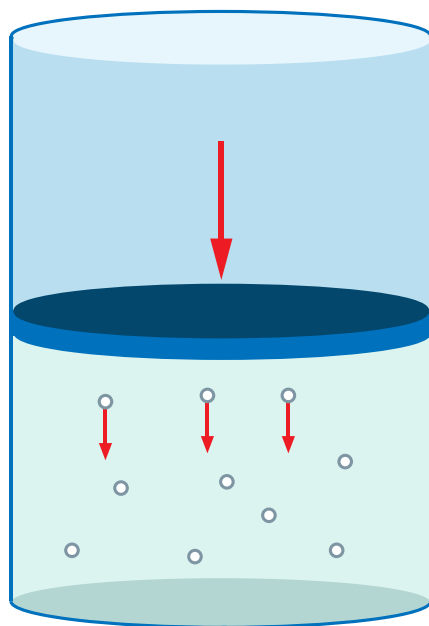


Rys. 2. Praca to iloczyn wartości siły F , wartości przesunięcia Δr oraz cosinusa kąta α między kierunkiem siły i kierunkiem przesunięcia.

Praca jest formą przekazu energii. Jeśli nad układem zostanie wykonana dodatnia praca, to energia układu zwiększa się o wartość tej pracy. Gdy zaś badany układ wykona pracę, wtedy jego energia ulegnie zmniejszeniu o wartość wykonanej pracy.

Z definicji pracy wynika, że aby praca została wykonana musi istnieć różne od zera przesunięcie. W przypadku pracy wykonanej nad gazem, który jest umieszczony w naczyniu z ruchomym tłokiem, przesunięcie to jest związane ze zmianą objętości.

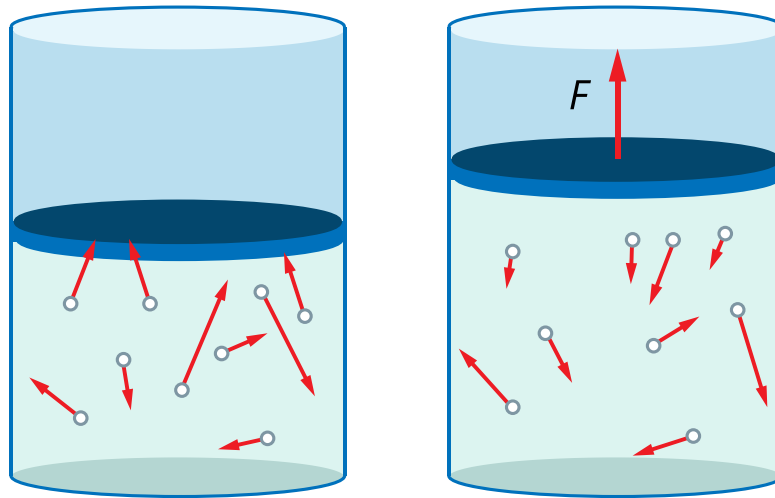
Rozważmy sprężanie gazu za pomocą tłoka. Siła zewnętrzna przesuwa tłok, zmniejszając objętość gazu. Tłok uderza napotkane cząsteczki gazu, nadając im dodatkową energię kinetyczną. W ten sposób zwiększa się średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu i tym samym wzrasta jego energia wewnętrzna. Podczas zmniejszania objętości gazu siła zewnętrzna wykonuje dodatnią pracę i do gazu przekazywana jest energia powodująca zwiększenie się jego temperatury.



Rys. 3. Siła zewnętrzna wykonuje pracę, przesuając tłok. W zderzeniach z cząsteczkami gazu tłok nadaje im dodatkową energię kinetyczną. Przekazywanie energii w formie pracy powoduje zwiększanie energii wewnętrznej gazu i wzrost jego temperatury.

A co będzie się działo, gdy po sprężeniu gazu pozwolimy, aby tłok swobodnie się poruszał? Jeśli **ciśnienie** sprężonego gazu jest większe niż **ciśnienie** zewnętrzne, oznacza to, że gaz wywiera na tłok pewną niezrównoważoną siłę. Siła ta powoduje przesunięcie tłoka i zwiększenie objętości gazu. Cząsteczki gazu uderzając w tłok, nadają mu energię

kinetyczną kosztem własnej energii kinetycznej. W rezultacie zmniejsza się średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu, a tym samym zmniejsza się jego temperatura.



Rys. 4. Rozprężanie gazu. Cząsteczki gazu po zderzeniu z tłokiem mają nieco mniejsze prędkości i energie kinetyczne niż przed zderzeniem. Gaz przekazuje tłokowi energię w formie pracy. Temperatura gazu zmniejsza się.

W obu opisanych przypadkach przekazywanie energii w formie ciepła i w formie pracy powoduje zmianę energii wewnętrznej ciała.

Energią wewnętrzną ciała nazywamy sumę energii kinetycznych cząsteczek oraz energii potencjalnych oddziaływań międzycząsteczkowych i wewnątrzcząsteczkowych.

Przekaz energii w formie ciepła może spowodować **tylko** zmianę energii wewnętrznej. Jednak przekaz energii w formie pracy oprócz zmiany energii wewnętrznej ciała, może także zmienić inne rodzaje energii.

Na przykład, piłkarz kopiąc piłkę, wykonuje pracę, która zwiększa energię kinetyczną piłki. Ciężarowiec podnoszący sztangę, wykonuje pracę zwiększającą jej energię potencjalną (Rys. 5.).



Rys. 5. Przekaz energii w formie pracy może zmienić nie tylko energię wewnętrzną ciała, ale również jego energię mechaniczną, tzn kinetyczną i/lub potencjalną.

Pracę i ciepło wyrażamy w jednakowych jednostkach. Jednostką tą jest dżul [J], który jest również jednostką energii.

Pracę, która zmienia energię mechaniczną, kinetyczną i/lub potencjalną, możemy obliczyć z definicji, mnożąc siłę, przesunięcie i cosinus kąta między siłą i przesunięciem. Można też pracę obliczyć jako różnicę energii końcowej i początkowej. Na przykład praca wykonana przez ciężarowca równa jest $W = mgh$, gdzie m – masa sztangi, g – przyspieszenie ziemskie, a h – wysokość na jaką sztanga została podniesiona.

A jak obliczyć wartość energii, która jest przekazana w postaci ciepła i która spowoduje zwiększenie temperatury ciała? Musimy znać ciepło właściwe ciała c_w , czyli ciepło, które powoduje zmianę temperatury **1 kg** substancji o $\Delta T = 1$ K (lub $\Delta t = 1^\circ\text{C}$). Aby ciało o masie m zwiększyło swoją temperaturę o Δt , musi pobrać ciepło o wartości $Q = mc_w\Delta t$.

Na przykład, **1,5 kg** wody podgrzano od 20°C do 80°C . Ciepło właściwe wody wynosi $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Energia w formie ciepła pobrana przez wodę wynosi

$$Q = 1,5 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \cdot 60 \text{ K} = 378000 \text{ J}.$$

Słowniczek

Ciśnienie

(*ang.: pressure*) wartość siły wywieranej na jednostkę powierzchni. Obliczamy je ze wzoru $p = \frac{F}{S}$, gdzie F – wartość siły działającej prostopadle do powierzchni, a S to pole

| powierzchni.

Film samouczek

Jak odróżnić przekaz energii w formie pracy mechanicznej od przekazu energii w postaci ciepła?

Obejrzyj film, w którym opisano ilościowo przekaz energii w formie ciepła pomiędzy dwoma ciałami. Zwróć uwagę, że energia wymieniona przez klocki powoduje typowe zmiany ich temperatury, o kilkadziesiąt stopni Celsjusza. Z kolei ta sama energia, przekazana ciału w formie pracy i zmagazynowana jako energia potencjalna grawitacji lub jako energia kinetyczna powodowałaby zaskakująco duże efekty.




Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DrPufsadt>

Polecenie 1

Polecenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



[źr.: pixabay.com]

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Pocierając szybko dwa kawałki suchego drewna można rozpalić ogień. Odpowiedz, czy w tej sytuacji zwiększenie temperatury drewna, a więc i jego energii wewnętrznej, nastąpiło przez przekaz energii w formie ciepła, czy w formie pracy. Odpowiedź uzasadnij.



[źr.: pixabay.com]

Ćwiczenie 8



Wiedząc, że energia wewnętrzna jednoatomowego gazu doskonałego jest dana wzorem $U = \frac{3}{2}nRT$, gdzie n - liczba moli gazu, $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ - stała gazowa, T - temperatura, wyprowadź wzór na ciepło właściwe c_w tego gazu. Gdy skończysz, porównaj uzyskany wzór ze wzorem podanym w odpowiedzi.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak odróżnić przekaz energii w formie pracy mechanicznej od przekazu energii w postaci ciepła?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia - wymagania ogólne

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.

Zakres podstawowy

Treści nauczania - wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

14) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;

15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;

V. Termodynamika.

Uczeń:

2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania - wymagania szczegółowe

I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

16) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych;

19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu;

VI. Termodynamika.

Uczeń:

2) odróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach od przekazu energii w formie pracy.

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. określi, na czym polega przekaz energii w formie ciepła oraz w formie pracy, 2. wyjaśni, jakie warunki muszą być spełnione, aby nastąpił przekaz ciepła między ciałami, 3. wyjaśni, dlaczego podczas sprężania gazu zwiększa się jego temperatura, 4. obliczy energię przekazywaną w postaci ciepła i pracy.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	<ul style="list-style-type: none"> - wykład informacyjny, - pokaz multimedialny, - analiza pomysłów.
Formy zajęć:	<ul style="list-style-type: none"> - praca w grupach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia.
Materiały pomocnicze:	e-materiały: „Praca mechaniczna i jej jednostka”, „Definicja energii wewnętrznej”.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<ul style="list-style-type: none"> - Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?” - Odwołanie do wiedzy uczniów o przekazywaniu ciepła między ciałami o różnych temperaturach. 	
Faza realizacyjna:	

W krótkim wykładzie nauczyciel wyjaśnia, na czym polega przekaz energii na poziomie mikroskopowym - w formie ciepła i na poziomie makroskopowym - w formie pracy. Następnie uczniowie zastanawiają się i zgłaszają pomysły, jak cząsteczki gazu oddziałują z tłokiem sprężającym i rozprężającym gaz. Nauczyciel wprowadza pojęcie energii wewnętrznej i uczniowie odpowiadają, jakie przekazy energii mogą zmienić energię wewnętrzną, a jakie energię mechaniczną. Nauczyciel objaśnia, jak można obliczyć ciepło pobrane podczas zmiany temperatury ciała. Uczniowie oglądają film samouczek i w grupach wykonują polecane w nim obliczenia.

Faza podsumowująca:

Uczniowie w grupach rozwiązują zadania 1-3, które pozwalają im i nauczycielowi ocenić stopień przyswojonej wiedzy. Wątpliwości są wyjaśniane na forum klasy przez chętnych uczniów lub przez nauczyciela.

Praca domowa:

Jedno z zadań 4-6, a dla zakresu rozszerzonego dodatkowo zadanie 8.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium bazowe może być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.