

Energia mechaniczna i jej rodzaje

Wstęp do tematu: Energia mechaniczna i jej rodzaje. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: wprowadzenie do tematu energii i jej związku z pracą; film animowany pt. Kęgle; film animowany pt. Katapulta; podział energii mechanicznej na energię potencjalną i energię kinetyczną; wyjaśnienie związku między wykonaną pracą a energią wewnętrzną; określenia pojęć: energia, energia mechaniczna; rozwiązanie przykładu dotyczącego energii i pracy; zadanie interaktywne typu prawda/fałsz zawierające siedem sformułowań; ciekawostkę związaną z pochodzeniem pojęcia "energia".

Zasób zawiera zestawienie pięciu sformułowań dotyczących podsumowania tematu.

Zasób zawiera zestaw trzech zadań interaktywnych typu doboru odpowiedzi. W każdym zadaniu jest siedem odpowiedzi do wyboru.

Zasób zawiera pojęcia: kafar, katapulta.

Energia mechaniczna i jej rodzaje

W prasie i w serwisach informacyjnych często padają słowa: dostawcy energii, minister do spraw energii, zapotrzebowanie na energię, spór (czasem wojna) o energię czy embargo na energię. Ale czym właściwie jest ta cała „energia”? Czy fizyka ma na to pytanie jednoznaczną odpowiedź? Jeżeli chcesz poznać odpowiedzi na te pytania, czytaj dalej.



Żadne z czysto fizycznych pojęć nie zrobiło aż takiej kariery w mowie potocznej, jak słowo „energia”, chociaż jego najkrótsza definicja jest prosta – to zdolność do wykonania pracy

Źródło: Michael Pardo, dostępny w internecie: www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- rodzaje energii w przyrodzie;
- wielkości fizyczne potrzebne do obliczenia pracy;
- jednostkę pracy w układzie SI.

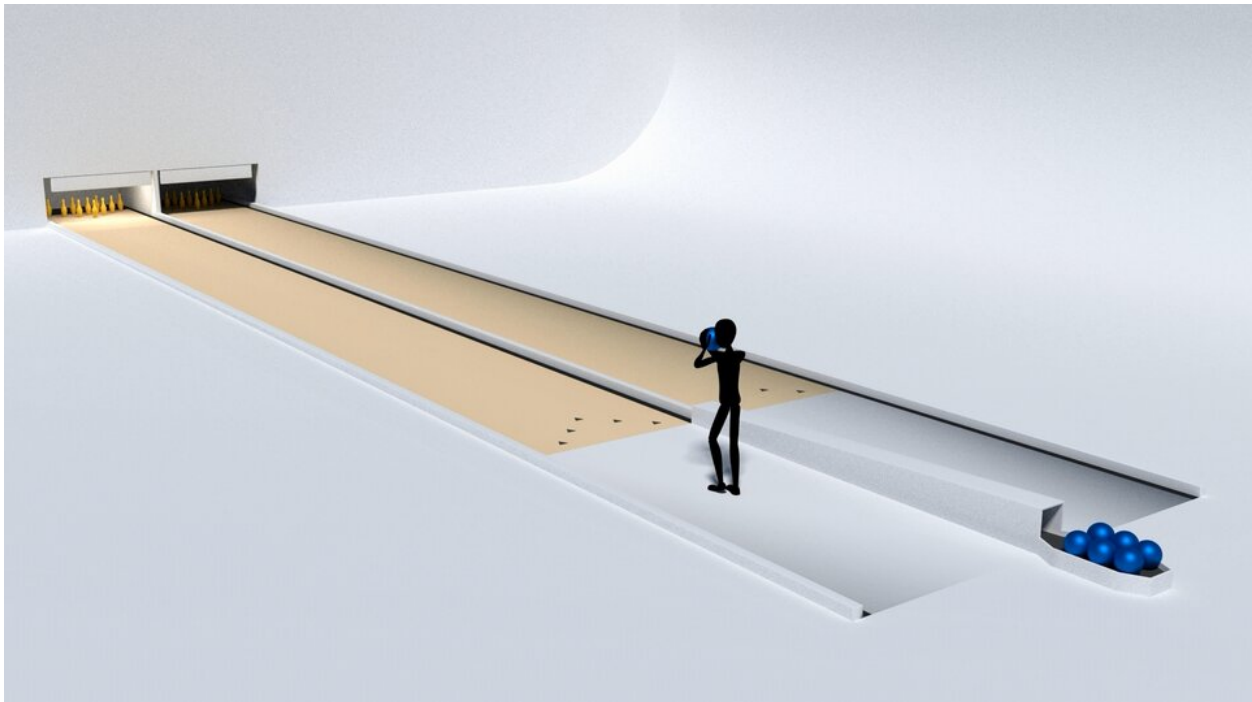
Nauczysz się

- definiować energię mechaniczną;
- rozróżniać rodzaje energii;
- opisywać zmiany energii ciała w wyniku wykonania pracy.

Intuicyjnie czujesz, że rowerzysta zużywa więcej energii niż ślimak, a spadająca z Niagary woda ma więcej energii niż niewielki wodospad. Z drugiej strony, ślimak i spadająca woda wykonują pracę. Czy praca ma jakiś związek z energią? Okazuje się, że wykonanie pracy powoduje gromadzenie energii, dzięki czemu ciało może wykonać inną pracę.

Posłużmy się przykładem. Na stole leży niewielki kamień. Czy siły działające na kamień wykonują pracę? Jeżeli mały kamień zamienimy wielkim głazem, to stół może się rozpaść pod jego ciężarem- głaz wykonuje pracę. Jeżeli kamień podniesiemy lub trzymając go opuścimy na podłogę, to siła naszych mięśni wykonuje pracę. Gdybyśmy kamień podnieśli do góry (wykonując pracę) i puścili swobodnie, to mógłby on np. rozbić porcelanowy talerz będący na stole lub wgłębić się w piasek rozsypany na podłodze. Im wyższa wysokość, na jaką podnosimy kamień, tym z większym impetem, z większą energią kamień uderza o talerz czy piasek.

Każde ciało, które zostało podniesione nad powierzchnię ziemi, gromadzi pewną ilość energii. Praca włożona w zmianę położenia zostaje w nim „zmagazynowana” w postaci energii, a ono może ją „oddać” wykonując pracę.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/RFdlHltzpcwI7](#)

Praca i energia podczas gry w kręgle

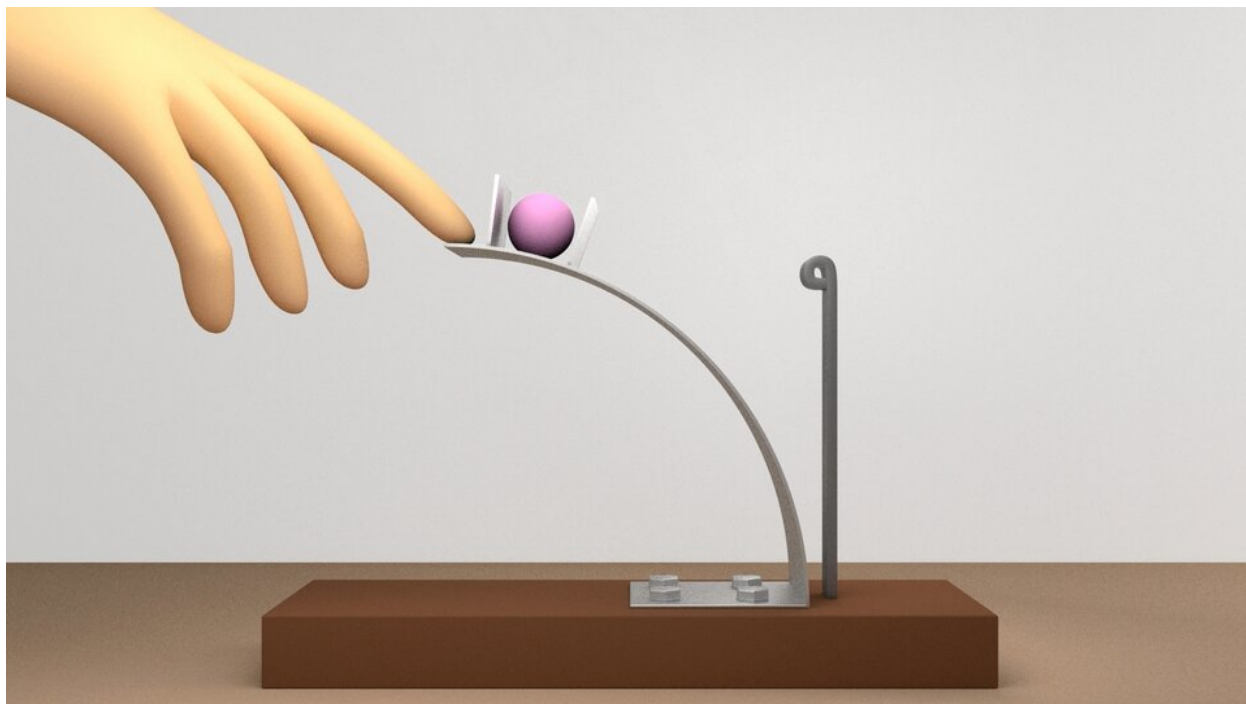
Źródło: Marcin Sadowski, Kevin MacLeod (<http://incompetech.com>), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Materiał filmowy, dotyczący pracy oraz energii podczas gry w kręgle.

Podczas gry w kręgle rozpędzamy kulę i wykonujemy przy tym pracę (działamy na kulę siłą i przesuwamy na pewną odległość). Następnie rozpędzona kula przesuwa, a nawet przewraca kręgle. Poruszające się ciało ma więc energię związaną z ruchem i jednocześnie ma możliwość wykonania pracy.

W dawnych czasach używano tzw. **bombard**. Był to pierwowzór działa. Bombarda wyrzucała kule kamienne lub żelazne z dużą prędkością. Taki pocisk uderzając w mury zamku powodował ich pękanie. Mógł wykonać pracę dzięki temu, że miał dużą prędkość.

Następnym przykładem możliwości wykonania pracy dzięki zmagazynowanej energii jest używana w dawnych czasach **katapulta** lub proca.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1J186dUDseki>

Praca i energia katapulty

Źródło: Marcin Sadowski, Kevin MacLeod (<http://incompetech.com>), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Materiał filmowy, przedstawiający działanie katapulty.

Z powyższych przykładów widać, że wykonanie nad ciałem pracy prowadzi do zmiany jego energii. Ciało poprzez zmianę położenia lub uzyskanie prędkości ma możliwość wykonania pracy. Mówimy, że takie ciało zyskuje **energię**. Energia ta związana jest ze zmianą położenia lub zmianą prędkości i nazywamy ją **energią mechaniczną**.

Energię mechaniczną możemy podzielić na dwa rodzaje:

1. Energię zależną od wzajemnego położenia oddziałujących ciał (jak w przypadku katapulty czy spadającego kamienia) – tę kategorię nazywamy **energią potencjalną**. Energia potencjalna występuje wtedy, gdy mamy do czynienia na przykład z grawitacją. Unosząc przedmiot ponad powierzchnię Ziemi musimy przeciwstawić się tej sile. Podnoszony przedmiot gromadzi **energię potencjalną grawitacji**, którą 'uwalnia' podczas spadania. Wiszący nad wbijanym słupem młot **kafara** może wykonać pracę dopiero wtedy, gdy spadnie i uderzy w słup. O energii potencjalnej mówimy także w przypadku sprężystości – naciągana gumka lub sprężyna gromadzi energię, którą uwalnia, gdy zostanie puszczona i wraca do swojego pierwotnego kształtu. Ściśnięta gąbka także gromadzi ten rodzaj energii, którą uwalnia podczas powrotu do pierwotnych kształtów. Tę energię nazywamy **energią potencjalną sprężystości**. Podczas dalszej nauki fizyki dowiesz się, jak wiele może się kryć pod pojęciem energii

potencjalnej. W tej lekcji skupimy się na energii potencjalnej związanej z grawitacją i podnoszeniem przedmiotów.

2. Energię zależną od ruchu ciała (jak w przypadku kręgli) – tę postać energii nazywamy **energią kinetyczną**. Ciało będące w ruchu może wykonać pracę.

Nie zawsze wykonana praca zmienia się w energię potencjalną lub kinetyczną. Jeżeli pchamy szafę poziomo siłą równą sile tarcia podłoża, to nie uzyskujemy ani wzrostu prędkości, ani zmiany położenia względem powierzchni Ziemi. Nie zmieniamy zatem ani energii kinetycznej, ani potencjalnej ciała. Nie oznacza to jednak, że przepadła ona bez śladu – zmieniła się w inną formę energii – energię wewnętrzną. Energia ta związana jest między innymi ze zmianą temperatury ciała.

Energia może występować też w różnych innych formach. Mówimy o energii elektrycznej, energii cieplnej, chemicznej, jądrowej, świetlnej czy mechanicznej. Jednostką energii jest dżul (J).

Energię oznacza się symbolem E . Energia mechaniczna jest sumą energii kinetycznej i potencjalnej danego ciała, co możemy zapisać formie równania:

$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$$

Zapamiętaj!

Energia ciała może się zmieniać. Gdy ciało wykonuje pracę, jego energia maleje, a gdy siły zewnętrzne wykonują pracę nad ciałem – jego energia wzrasta o wartość wykonanej pracy.

Przykład 1

Podczas gry w koszykówkę zawodnik podnosi piłkę nad głowę, zwiększając jej wysokość nad podłogą o 1,3 metra. O ile wzrosła energia potencjalna piłki? Masa piłki do koszykówki wynosi 0,5 kg.

Analiza zadania:

Przyrost energii piłki (ΔE) jest równy pracy, jaką wykonał zawodnik, podnosząc piłkę do góry:

$$\Delta E = W.$$

Aby obliczyć pracę, musimy znać wartość siły i przesunięcia, gdyż $W = F \cdot s$.

Podnosząc piłkę do góry, zawodnik musiał działać siłą co najmniej równą ciężarowi piłki, czyli:

$$F = m \cdot g.$$

Zatem praca wykonana przez zawodnika wynosiła:

$$W = F \cdot s$$

Co można zapisać jako:

$$W = m \cdot g \cdot s$$

Jest to jednocześnie wartość przyrostu energii piłki.

Dane:

$$m = 0,5 \text{ kg},$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}},$$

$$s = 1,3 \text{ m}.$$

Szukane:

$$\Delta E = ?$$

Obliczenia:

$$\Delta E = W = F \cdot s = m \cdot g \cdot s$$

$$\Delta E = 0,5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1,3 \text{ m} = 6,5 \text{ J}$$

Odpowiedź:

Energia piłki wzrosła o 6,5 J, ponieważ zawodnik wykonał nad nią pracę o takiej wartości.

Zauważ, że energię potencjalną związaną z przeniesieniem obiektu na pewną wysokość, można opisać poniższym wzorem. Czasami możesz spotkać się także z tym, że przesunięcie będzie oznaczane literą h (kojarzoną z przemieszczeniem w pionie), a nie s (kojarzoną z drogą, przemieszczeniem).

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot s$$

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

Ćwiczenie 1



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Toczący się walec uderzył w skrzynię i przesunął ją. W wyniku tego energia walca zmalała o wartość pracy wykonanej przez walec nad przesunięciem skrzyni.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toczący się walec uderzył w skrzynię i przesunął ją. W wyniku tego energia walca wzrosła, ponieważ została wykonana praca.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rakieta tenisowa uderzyła w piłkę, nadając jej prędkość. Energia piłki wzrosła o wartość pracy wykonanej przez raketę przy rozpędzeniu piłki.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Łucznik naciągnął cięciwę łuku. Energia łuku wzrosła o wartość pracy wykonanej przez łucznika.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Samochód rozpędził się dzięki działaniu silnika. Energia samochodu wzrosła o wartość równą pracy wykonanej przez silnik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pracę włożoną w przesuwanie jakiegoś ciała zawsze można odzyskać.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Samochód rozpędził się dzięki działaniu silnika. Energia mechaniczna samochodu zmalała, ponieważ silnik zużył paliwo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Źródło: Helena Nazarenko-Fogt <Helena.Nazarenko-Fogt@up.wroc.pl>, licencja: CC BY 3.0.

Ciekawostka

Pojęcie energii jest stosunkowo nowe w nauce i do XVII wieku było zupełnie nieznane. Dopiero w 1695 r. Gottfried Wilhelm Leibniz [czyt. Gotfrid Wilhelm Laibnitz] podał twierdzenie, że iloczyn siły i drogi daje przyrost „siły żywej” (łacińskie *vis viva*). Newton [czyt. Niuton] nie przywiązywał szczególnej wagi do tego pojęcia. Nazwę „energia” wprowadził w 1807 r. Thomas Young [czyt. Tomas Jang]. Jeszcze w 1850 r. znaczna część ówczesnych uczonych wątpiła w istnienie energii. Dziś wiele podręczników fizyki zaczyna się od stwierdzenia, że fizyka to nauka o energii i sposobach jej przemian.

Podsumowanie

- Energia jest wielkością fizyczną, która wyraża zdolność ciała (bądź układu ciał) do wykonania pracy. Może występować w różnych formach, np. jako energia elektryczna, energia cieplna, energia chemiczna, energia mechaniczna.
- Jednostką energii jest dżul.
- Energia ciała może się zmieniać. Gdy ciało wykonuje pracę, jego energia maleje, a gdy siły zewnętrzne wykonują pracę nad ciałem – jego energia wzrasta o wartość wykonanej pracy.
- Energia mechaniczna jest sumą energii kinetycznej i potencjalnej.
- Najczęściej energię oznacza się symbolem E
$$E = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$$
- Energia potencjalna to suma energii potencjalnej grawitacji i energii potencjalnej sprężystości $E_{\text{pot}} = E_{\text{po. grawitacji}} + E_{\text{pot. sprężystości}}$

Zadania podsumowujące lekcję

Ćwiczenie 2



Zegarmistrz nakręcając sprężynę zegara wykonał pracę o wartości $W = 0,7 \text{ J}$. Jak i o ile zmieniła się energia sprężyny? Zaznacz poprawną odpowiedź.

Wzrosła, ale nie wiadomo o ile.

Zmaląa, ale nie wiadomo o ile.

Wzrosła o $0,7 \text{ J}$.

Zmaląa o $0,7 \text{ J}$

Wzrosła o $0,35 \text{ J}$.

Wzrosła o więcej niż $0,7 \text{ J}$.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij zdanie.



Kowal podniósł młot o masie 10 kg na wysokość 1 m. Przyjmij, że przyspieszenie grawitacyjne wynosi $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Podniesiony młot ma energię J.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4




Poniższe zdania opisują ciała, którym została przekazana pewna energia. Uporządkuj je od tych z najmniejszą energią (na górze) do tych z największą (na dole).

Betonowy blok o masie 100 kg podniesiony przez dźwig na wysokość 2m. 

Gumka, która została rozciągnięta, a praca potrzebna do tego wynosiła 1 J. 

Bloczek, w który uderzyła piłka o energii 15 J. 

Piłka o masie 1 kg na wysokość 1 m i rzucona z energią kinetyczną równą 15 J. 

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

bombarda

machina oblężnicza miotająca kamienie lub belki, a następnie - wraz z pojawianiem się udoskonaleń - także odlewane kule (np. z brązu). Bombarda była pierwszym, prymitywnym działem. Służyła głównie do burzenia murów podczas oblężeń, ale zdarzało się, że pływała także na statkach. Załadowanie i strzelenie z bombardy było bardzo długie i trudne, a sama machina była bardzo kosztowna.



Bombarda na zamku w Malborku

Źródło: Lestat (Jan Mehlich), dostępny w internecie: <http://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY 2.5.

energia

wielkość fizyczna charakteryzująca ciało lub układ ciał i związana z pracą, którą to ciało jest w stanie wykonać. Ciało (układ ciał) posiada energię, jeśli jest zdolne do wykonania pracy.

energia mechaniczna

występuje w dwóch postaciach: energii potencjalnej i energii kinetycznej, a jej całkowita wartość jest ich sumą, czyli:

$$\text{energia mechaniczna} = \text{energia kinetyczna} + \text{energia potencjalna}$$

kafar

urządzenie budowlane służące do wbijania pionowych pali w ziemię lub w dno zbiornika wodnego. Nazwa wywodzi się z niemieckiego słowa *Keffer*. Kafary wykorzystuje się przy palowaniu – podczas robót budowlanych wykonywanych najczęściej na grząskich lub niedostatecznie stabilnych gruntach oraz w budowlach nawodnych.

katapulta

machina miotająca pociski, wykorzystywana głównie w starożytności i średniowieczu. Zasada jej działania opiera się na wykorzystaniu energii sprężystej. Energia ta była wykorzystywana do miotania kamiennych pocisków.

dżul (J)

Jednostka pracy i energii. Jeden dżul jest równy pracy wykonanej przez siłę o wartości 1 N przy przesunięciu o 1 m w kierunku równoległym do działania siły. Jednostkę dżula

można rozpisać na jednostki układu SI:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}.$$