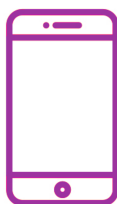




książka + aplikacja + interakcja



kup książkę



pobierz aplikację  
i wprowadź kod,  
który otrzymałeś  
z książką



sprawdź co  
kryje się pod  
znakami AR

## Jak się uczyć?

Zapomnij o nauce na pamięć. Książka jest napisana w sposób zwięzły, z dużą ilością obrazków i rysunków tak, żeby nie było trzeba przez kilka godzin czytać jednego rozdziału. ☺

W zamian za to musisz się naprawdę skupić na tym co czytasz.

## Co jest w aplikacji?

W aplikacji, do każdego działu, znajdziesz:

**szybka powtórka**  
do powtórzenia  
przed sprawdzianem

**sprawdź wyniki**  
odpowiedzi do  
zadań z książki

**sprawdź siebie**  
quiz z zadaniami  
do rozwiązania

## Jak działa rozszerzona rzeczywistość (AR)?

Rozszerzona rzeczywistość „wywoływana” jest przez zeskanowanie telefonem znaku AR umieszczonego w książce. Zeskanowanie znaku sprawi, że na ekranie telefonu wyświetli się jakiś model lub zacznie się odtwarzanie filmu.

# 6. ZASADA ZACHOWANIA ENERGII



## Po co nam to?

Czy samochód jadący z prędkością 60 kilometrów na godzinę zdąży zahamować przed światłami, jeśli zobaczy czerwone światło z odległości 80 metrów? Do takiego obliczenia możesz wykorzystać właśnie zasadę zachowania energii.

## Nazewnictwo, zasady działania i wzory

### Energia kinetyczna

Już wiesz, że ten rodzaj energii  
związany jest z ruchem.  
Spójrz na poniższy wzór:

$$E_k = \frac{mV^2}{2}$$

$E_k$  - energia kinetyczna [J]  
 $m$  - masa ciała [kg]  
 $V$  - prędkość ciała [ $\frac{m}{s}$ ]



### PROTIP

Największy wpływ  
na to jak duża jest  
energia kinetyczna  
ma prędkość ciała,  
ponieważ jest  
w drugiej potęgze.

## Energia potencjalna grawitacji

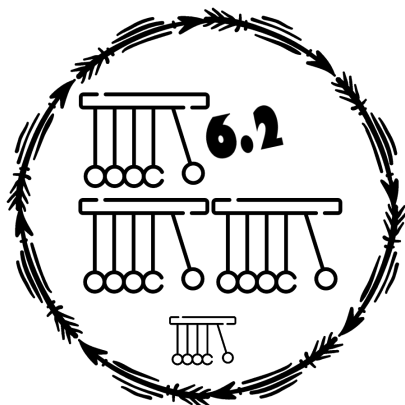
Na tym etapie nauki wystarczy Ci poniższy wzór. W liceum będziecie głębiej analizować to zjawisko. ☺

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$E_p$  - energia potencjalna [J]

$m$  - masa ciała [kg]

$h$  - wysokość nad ziemią,  
na której znajduje się ciało [m]



## Energia potencjalna sprężystości

Wystarczy zapamiętać, że aby napiąć sprężynę, wykonujemy pracę. Zatem zwiększamy jej energię potencjalną sprężystości. Dzięki temu sprężyna może później sama wykonać pracę, bo ma więcej energii. ☺

Na przykład jak wskoczymy na trampolinę, to napniemy jej sprężyny. Wtedy mają one energię i mogą wykonać pracę, czyli wyrzucić nas do góry.

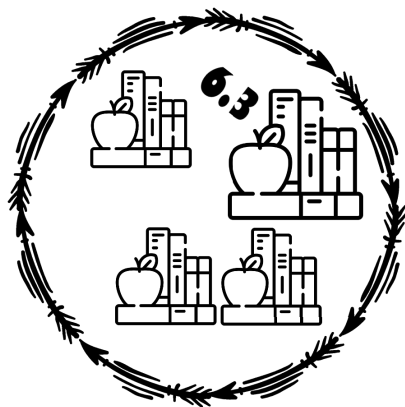


## Zasada zachowania energii

Uwaga!

Poniższe zdanie jest kluczowe w tym dziale.  
Musisz je zrozumieć i zapamiętać. ↓

Energia nie powstaje z niczego ani nie znika,  
może tylko zmieniać postać.



# Zasada zachowania energii mechanicznej

Zamiana energii z jednej formy na drugą bywa skomplikowana obliczeniowo, ponieważ część energii mechanicznej może się zmienić w energię mechaniczną innego ciała, a część np. na energię wewnętrzną.

Dlatego do nauki obliczeń warto zająć się uproszczoną formą zasady zachowania energii, czyli **zasadą zachowania energii mechanicznej**. W tej zasadzie przyjmujemy, że nie ma oporów ruchu, a energia mechaniczna ciała nie zmienia się.

Gdy ciało porusza się bez oporów ruchu i bez napędu (czyli bez sił zewnętrznych), to jego energia mechaniczna jest stała.

energia mechaniczna = energia kinetyczna + energia potencjalna

$$E_{\text{mech}} = E_k + E_p$$

Energia mechaniczna jest stała, więc jak energia kinetyczna maleje, to energia potencjalna rośnie i odwrotnie.

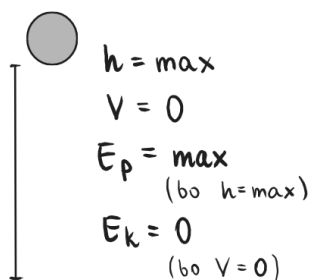
Zobacz zmiany tych energii na przykładzie spadającej piłki. ↓



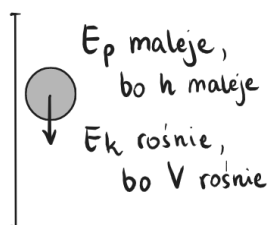
## PROTIP

W rzeczywistości zawsze występują siły oporu ruchu, ale do nauki obliczeń je pomijamy.

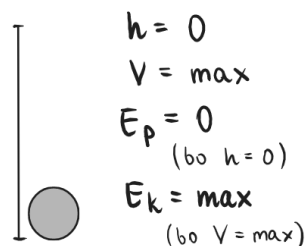
piłka na wysokości



piłka spada



piłka tuż przed uderzeniem w ziemię



Podczas spadania energia potencjalna całkowicie zamieniła się na energię kinetyczną.

## Przykłady

- Oblicz jaką energię mechaniczną ma samolot o masie 1,5 t, lecący na wysokości 7 km, z prędkością  $100 \frac{m}{s}$ .

**Dane:** *zamieniamy jednostki*

$$m = 1,5 \text{ t} = 1500 \text{ kg}$$

$$V = 100 \frac{m}{s}$$

$$h = 7 \text{ km} = 7000 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

**Rozwiązanie:**

$$E = E_k + E_p$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{1500 \cdot (100)^2}{2} = 7500000 \text{ J}$$

$$E_p = mgh = 1500 \cdot 10 \cdot 7000 = 105000000 \text{ J}$$

$$E = 7500000 \text{ J} + 105000000 \text{ J} = 112500000 \text{ J}$$

$$(112500000 \text{ J} = 112,5 \text{ MJ}) \text{ mega dżule}$$

Odp.: Energia mechaniczna tego samolotu to 112 500 000 J.

- Samochód jechał z prędkością  $20 \frac{m}{s}$  i zaczął hamować. Siła hamująca miała wartość 6000 N. Jaka była droga hamowania samochodu, jeśli jego masa wynosiła 1200 kg?

**Dane:**

$$V = 20 \frac{m}{s}$$

$$F = 6000 \text{ N}$$

$$m = 1200 \text{ kg}$$

$$s = ?$$

**Rozwiązanie:**

$$W = F \cdot s \Rightarrow s = \frac{W}{F} \quad \left. \begin{array}{l} W = \Delta E = E_k - 0 = E_k \end{array} \right\} s = \frac{E_k}{F}$$

*na końcu ruchu samochód nie porusza się, więc wtedy jego energia kinetyczna jest zerowa*

$$E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{1200 \cdot (20)^2}{2} = 240000 \text{ J}$$

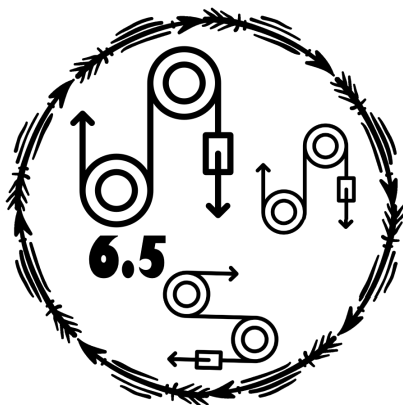
$$s = \frac{240000 \text{ J}}{6000 \text{ N}} = 40 \text{ m}$$

Pracę możemy policzyć z wzoru  $W = F \cdot s$  oraz z wzoru  $W = \Delta E$ .

Dlatego przyrównujemy do siebie te wzory.

Odp.: Droga hamowania to 40 metrów.

- Kamień o masie 0,5 kg został puszczonej z wysokości 20 metrów. Jaką miał prędkość w chwili uderzenia w ziemię? →



4. Tym razem kamień o masie 2 kg został rzucony pionowo do góry. W chwili wyrzutu miał prędkość 5 metrów na sekundę. Na jaką wysokość doleci?

**Dane:**

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$V = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{pocz}} = E_{k_{\text{pocz}}} + E_{p_{\text{pocz}}} = E_{k_{\text{pocz}}} = \frac{mV^2}{2}$$

$$E_{\text{końc}} = E_{k_{\text{końc}}} + E_{p_{\text{końc}}} = E_{p_{\text{końc}}} = mgh$$

ponownie zasada zachowania energii musi być spełniona, czyli:

$$E_{\text{pocz}} = E_{\text{końc}}$$

$$E_{k_{\text{pocz}}} = E_{p_{\text{końc}}}$$

$$\frac{mV^2}{2} = mgh \quad // : m$$

$$\frac{V^2}{2} = gh \quad // : g$$

$$\frac{V^2}{2g} = h$$

$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{5^2}{2 \cdot 10} = \frac{25}{20} = 1 \frac{1}{4} \text{ m}$$

jednostki  $\left[ \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 : \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} = \text{m} \right]$

Odp.: Kamień doleci na wysokość 1,25 metra.

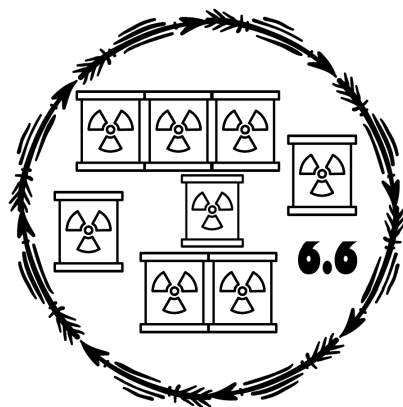
Zadania na spadek swobodny i rzut pionowy można również rozwiązywać przy pomocy analizy ruchu i wzorów, które poznałeś w dziale 3. Jednak obliczenia przy pomocy zasady zachowania energii są zazwyczaj dużo łatwiejsze. ☺

## Zadania

1. Oblicz energię mechaniczną drona o masie 5 kg lecącego na wysokości 12 m z prędkością  $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .
2. Skrzynia o masie 20 kg spada z wysokości 10 m. Jaka będzie wartość jej energii kinetycznej, gdy znajdzie się na wysokości 2 m nad powierzchnią Ziemi? Opory powietrza pomijamy.
3. Cegła spada swobodnie z dużej wysokości. Jej masa to 4 kg. Jaka będzie energia kinetyczna cegły po upływie 2 sekund od momentu rozpoczęcia spadania?
4. Na strzelnicy wystrzelono pocisk o masie 6 g. Osiągnął on prędkość  $500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , po czym uderzył w górę piasku. Wbił się w nią na głębokość 0,5 m. Jaka była średnia siła oporu podczas wbijania się pocisku w piach?

5. Określ dla poniższych sytuacji czy energia kinetyczna maleje/rośnie oraz czy energia potencjalna maleje/rośnie.

- a) Samochód przyspiesza.
- b) Samolot startuje.
- c) Piłka spada.
- d) Rowerzysta porusza się ze stałą prędkością.



## Notatki własne