

MODUŁ 5

ENERGIA MECHANICZNA

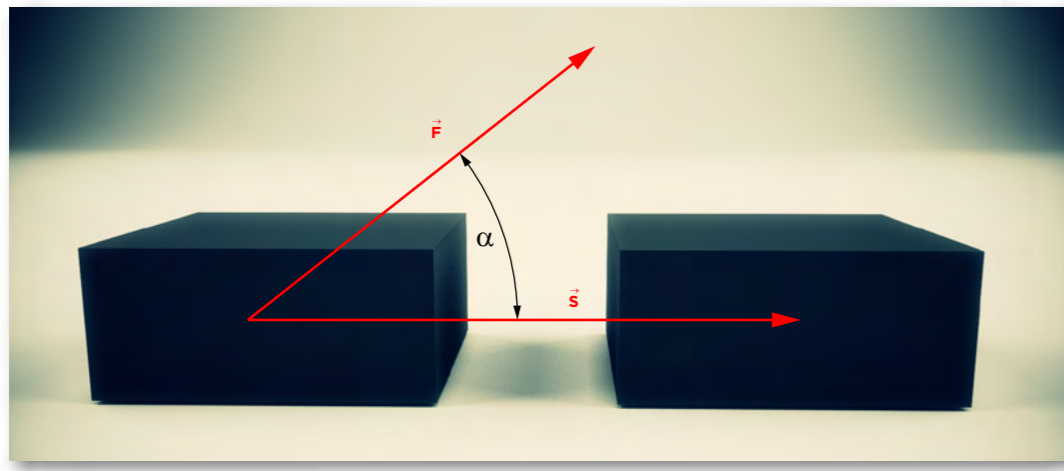
→ FIZYKA – ZAKRES ROZSZERZONY

OPRACOWANE W RAMACH PROJEKTU:
WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA.
PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI
Z ELEMENTAMI TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

→ Słownik pojęć

Praca W wykonana przez siłę \vec{F} przy przesunięciu ciała o wektor \vec{s} jest równa iloczynowi wartości: siły, przesunięcia i kosinusa kąta α między wektorami siły i przesunięcia (rys. 1.1).

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$



Rys. 1.1.

Praca jest wielkością skalarną, może przyjmować wartości dodatnie i ujemne, a nawet zero. Jednostką pracy jest dżul (J).

Szczególne przypadki wzoru na pracę:

- Gdy $\alpha = 0^\circ$ to praca jest dodatnia i równa $W = F \cdot s$, gdyż $\cos 0^\circ = 1$,
- Gdy $\alpha = 180^\circ$, to praca jest ujemna i równa $W = -F \cdot s$, gdyż $\cos 180^\circ = -1$,
- Gdy $\alpha = 90^\circ$, to praca jest równa zero ($W = 0$), gdyż $\cos 90^\circ = 0$

Moc określa szybkość wykonywania pracy. Można ją obliczyć dzieląc pracę przez czas jej wykonania:

$$P = \frac{W}{t}$$

Podstawową jednostką mocy w układzie SI jest wat (W).

Sprawność urządzenia określa stopień wykorzystania zużytej energii. Sprawność urządzenia jest zdefiniowana jako stosunek pracy (energii) uzyskanej do pracy (energii) włożonej.

Może być wyrażona w procentach i wtedy obliczamy ją według wzoru:

$$k = \frac{W}{E} \cdot 100\%$$

gdzie k – sprawność, W – wykonana praca, E – energia potrzebna do wykonania pracy W .

Energia kinetyczna jest związana z ruchem ciała. Ze względu na rodzaj ruchu wyróżniamy:

- energię kinetyczną ruchu postępowego $E_k = \frac{mv^2}{2}$, proporcjonalną do masy i kwadratu prędkości ciała,
- energię kinetyczną ruchu obrotowego $E_{ko} = \frac{I\omega^2}{2}$, proporcjonalną do momentu bezwładności ciała i kwadratu prędkości kątowej.

Energia potencjalna ciężkości (grawitacyjna) zależy od masy ciała i jego położenia w polu grawitacyjnym. W jednorodnym polu grawitacyjnym w pobliżu powierzchni Ziemi energia potencjalna ciała o masie m wynosi

$$E_p = mgh$$

(g – przyspieszenie ziemskie, h – wysokość ponad przyjęty poziom zerowy).

Energia potencjalna sprężystości jest równa pracy wykonanej przy odkształceniu sprężystym (zmianie wymiarów) ciała. Można ją obliczyć według zależności:

$$E_{ps} = \frac{kx^2}{2}$$

gdzie k – współczynnik sprężystości, x – miara odkształcenia, np. wydłużenie sprężyny.

Posiadanie energii potencjalnej oznacza zdolność do wykonania pracy. Wykonując pracę można zmienić energię kinetyczną lub potencjalną ciała.

Praca wykonana przez siły zewnętrzne jest równa zmianie energii ciała, w szczególności zmianie energii mechanicznej, czyli:

$$W = \Delta E_{mech} = \Delta(E_p + E_k)$$

Zasada zachowania energii mechanicznej

Jeśli nie działają siły zewnętrzne, gdy pomijamy opory ruchu, ciało zachowuje swoją energię mechaniczną, czyli suma energii kinetycznej i potencjalnej jest stała.

$$E_k + E_p = const$$

Zderzenia sprężyste to zderzenia, w których jest zachowana energia kinetyczna, to znaczy suma energii kinetycznych zderzających się ciał jest taka sama przed i po zderzeniu.

W zderzeniu sprężystym spełnione są prawa zachowania energii mechanicznej i pędu, czyli przy zderzeniu centralnym dwóch ciał o masach m_1 i m_2 :

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}$$

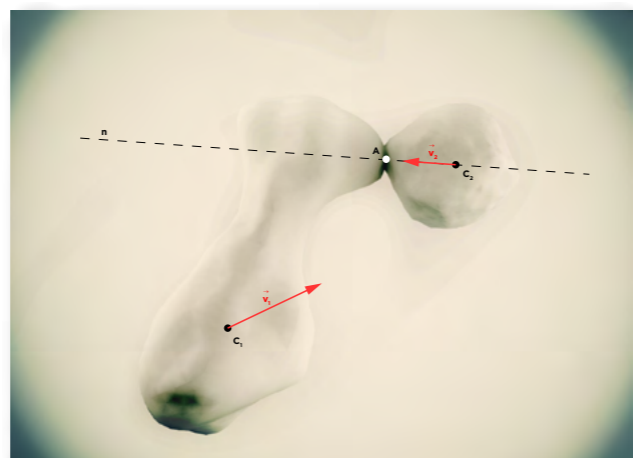
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2$$

gdzie \vec{v}_1, \vec{v}_2 – prędkości ciał przed zderzeniem, a \vec{u}_1, \vec{u}_2 – prędkości ciał po zderzeniu.

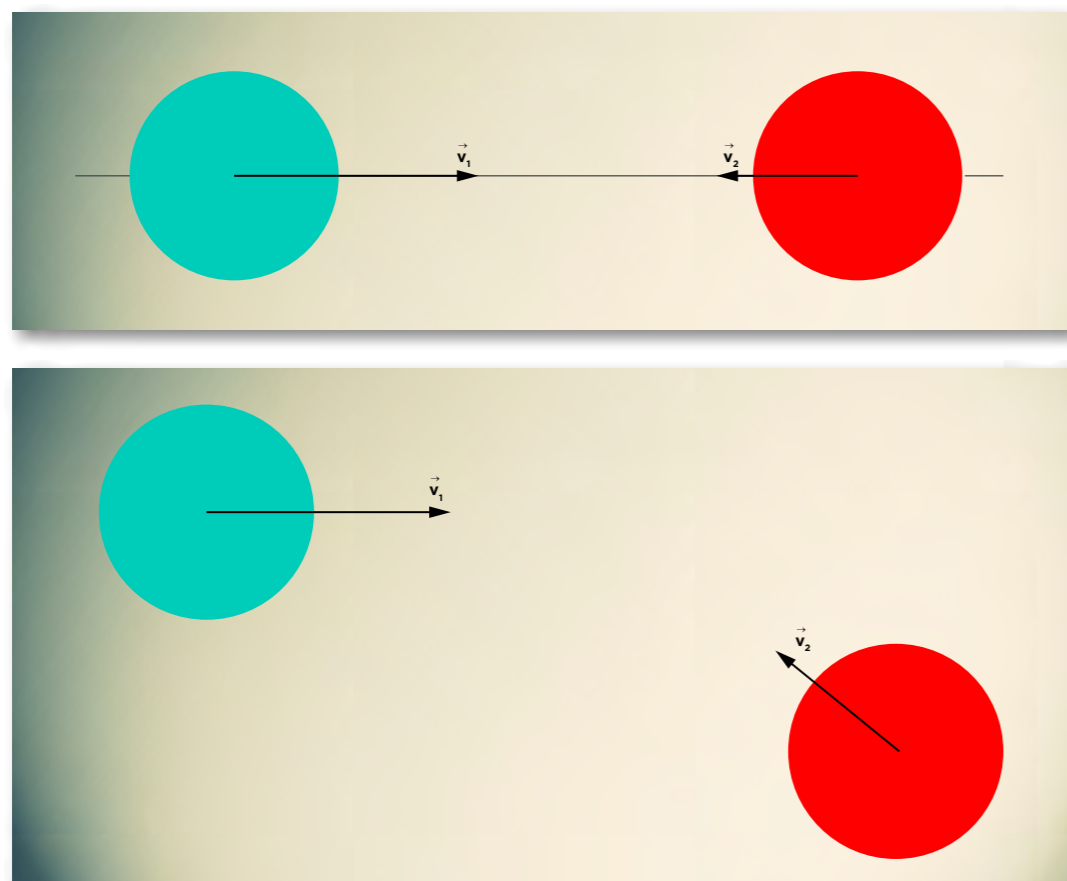
W zderzeniach niesprężystych energia kinetyczna ciał po zderzeniu jest mniejsza niż przed zderzeniem. W przypadku, gdy zderzające się ciała łączą się w trakcie zderzenia i po zderzeniu poruszają się razem, mówimy o **zderzeniu doskonale niesprężystym**.

W przypadku zderzeń ciał o różnych rozmiarach ważna jest też geometria układu (rys. 5.2). Jeśli środki masy zderzających się ciał (C_1 i C_2) leżą na linii zderzenia (prostej normalnej do powierzchni styku obu ciał podczas zderzenia) to takie zderzenie nazywamy centralnym.

Zderzenia centralne (rys. 5.3) mogą być **proste** (jeśli wektory prędkości leżą na prostej przechodzącej przez środki masy ciał) lub **skośne**.



Rys. 5.2. Zderzenie niecentralne może spowodować ruch obrotowy.



Rysunek 5.3. Zderzenia centralne: proste i skośne.