

Podstawy Fizyki

dla Informatyki

Stanisław Drożdż
Katedra Informatyki PK

Energia kinetyczna i praca

Definicje

Praca stałej siły

Praca zmiennej siły

Moc

Praca i energia potencjalna

Siły zachowawcze i niezachowawcze

Energia potencjalna

Zachowanie energii

Energia

- Analizowanie ruchu jest możliwe przy pomocy **zasad dynamiki** Newtona.
- Naogół jednak rozwiązanie równań ruchu jest **skomplikowane**.
- W wielu wypadkach można zastosować prostsze metody analizy ruchu, oparte na pojęciu **energii**.
- Energia jest to **wielkość skalarna**, którą można przypisać stanowi danego układu.
- Istnieje wiele rodzajów energii, np. kinetyczna, potencjalna, cieplna, elektryczna.

Energia kinetyczna

- Energia kinetyczna jest związana ze stanem ruchu ciał.

Energia kinetyczna E_k ciała:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2,$$

gdzie m jest masą ciała,
zaś v jego prędkością.

- Energia kinetyczna układu wielu ciał jest sumą energii kinetycznych jej składników.
- Jednostka energii wynika bezpośrednio z definicji E_k :
 $[E_k] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 = \text{J}$ (dżul)

Praca

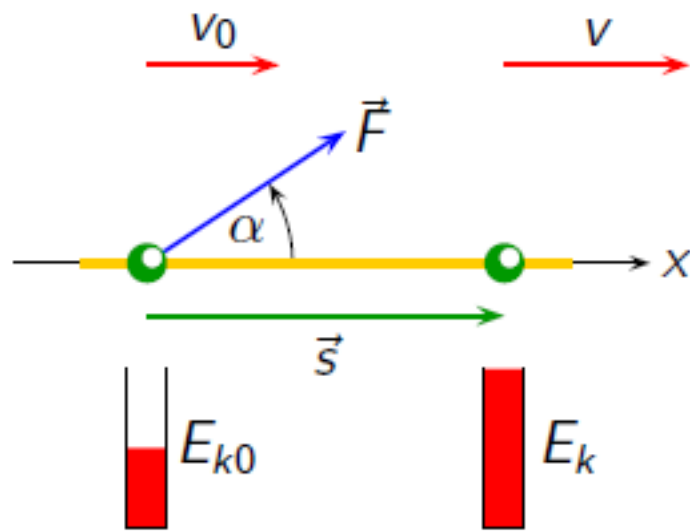
Praca W :

Praca jest to energia przekazana lub odebrana ciału poprzez działanie na niego siłą.

Praca jest dodatnia przy przekazywaniu energii, ujemna przy odbieraniu.

- Praca jest wielkością **skalarną**.
- Jednostki pracy są takie same jak jednostki energii.
- Praca w sensie fizycznym **nie jest** tym samym co popularne pojęcie pracy.

Praca stałej siły



Ruch koralika na drucie pod
wpływem stałej siły \vec{F}

- Równanie ruchu koralika wzdłuż osi x :
$$F_x = F \cos \alpha = ma_x$$
- Koralik przyspiesza i przesuwa się o wektor \vec{s}
- Zależność między prędkościami:
$$v^2 = v_0^2 + 2a_x s$$

**Przyrost energii
kinetycznej:**

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Fs \cos \alpha$$

Wzory na pracę

Praca stałej siły \vec{F} przy przemieszczeniu \vec{s} :

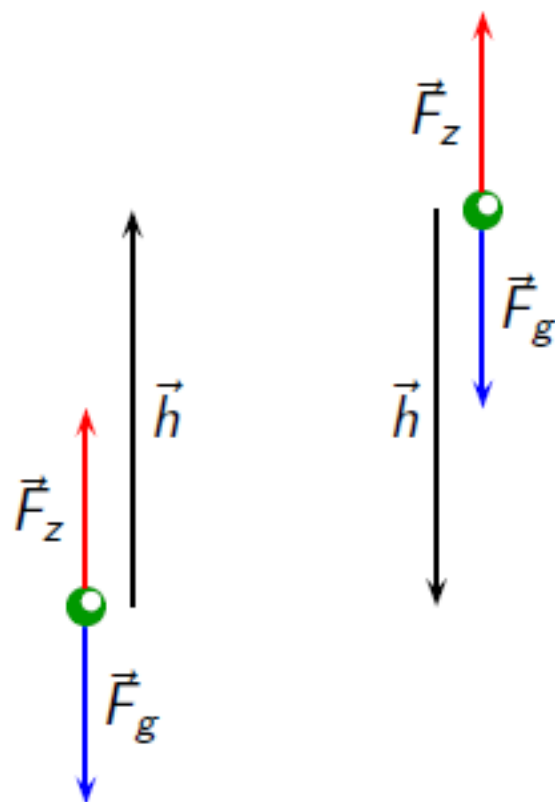
$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} \quad (\text{iloczyn skalarny})$$

- Praca siły **prostopadłej** do przemieszczenia jest równa **zeru** ($\cos 90^\circ = 0$).
- Praca siły **przeciwnej** do przemieszczenia jest **ujemna** ($\cos 180^\circ = -1$).
- Praca **sumy sił** jest równa **sumie** prac tych sił.
- Jednostka: $[W] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 = \text{J}$

Zależność zmiany energii kinetycznej od pracy:

$$\Delta E_k = E_k - E_{k0} = W$$

Praca siły ciężkości i siły zewnętrznej



Ruch ciała w górę i w dół

- Praca **siły ciężkości**:

$$W_g = \vec{F}_g \cdot \vec{h} = mgh \cos \alpha$$

Do góry:

$$W_g = -mgh$$

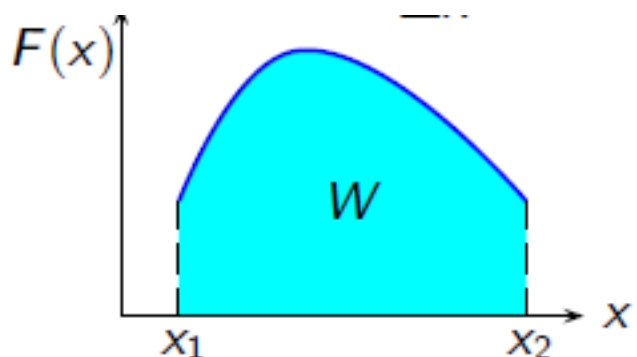
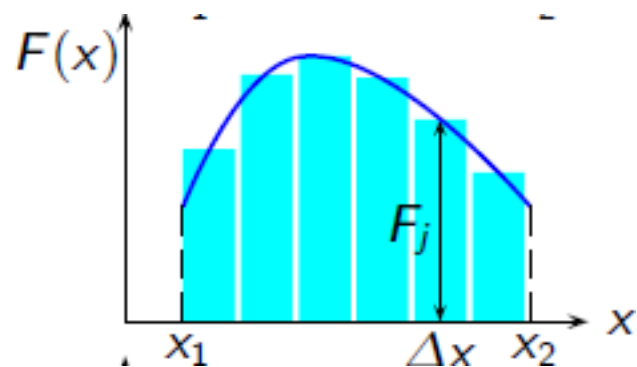
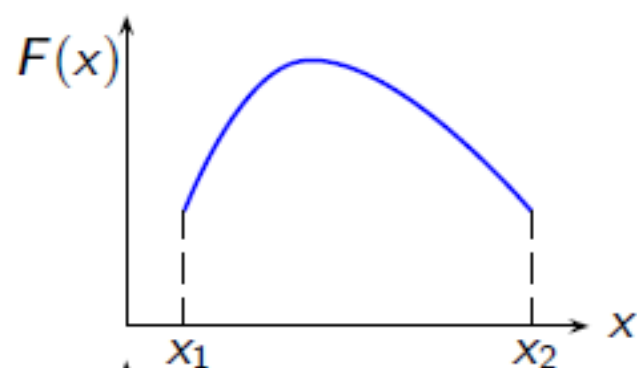
W dół:

$$W_g = mgh$$

- Praca **siły zewnętrznej** \vec{F}_z równoważącej ciężar ciała:

$$W_z = -W_g$$

Praca zmiennej siły w jednym wymiarze



- Siła $F(x)$ o **zmiennej wartości** wykonuje pracę od x_1 do x_2 .

- Praca W_j na **niewielkich** odcinkach Δx wynosi:

$$W_j \approx F_j \Delta x$$

Praca W jest równa **sumie**:

$$W \approx \sum_j F_j \Delta x$$

- Dokładny wynik otrzymamy **w granicy** $\Delta x \rightarrow 0$:

$$W = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \sum_j F_j \Delta x$$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx \quad (\text{całka})$$

Praca siły sprężystości

Prawo Hooke'a

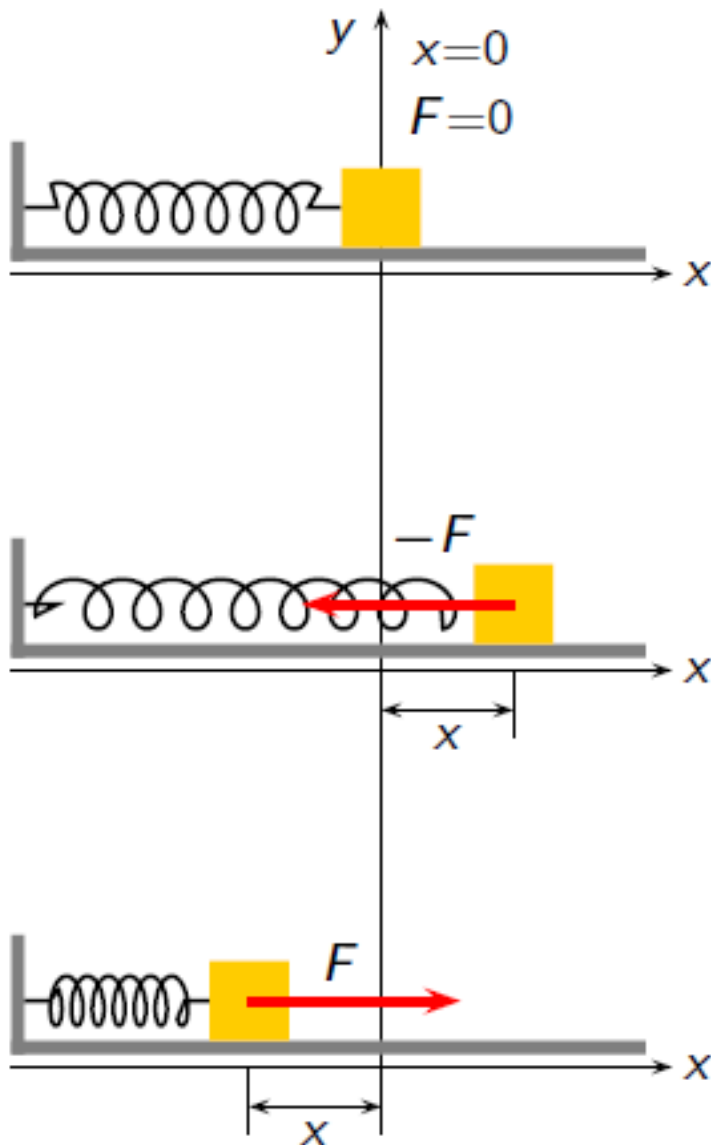
Siła sprężystości F jest proporcjonalna do **zmiany** długości x :

$$F = -kx$$

- k — stała siłowa [N/m].
- Sprężystość **przeciwdziała** wychyleniu x .

Praca siły sprężystości od x_1 do x_2 :

$$W_s = \frac{1}{2}kx_1^2 - \frac{1}{2}kx_2^2$$



Moc

- Szybkość z jaką siła wykonuje pracę nazywamy **mocą**.

Moc średnia $P_{\text{śr}}$ w przedziale czasu Δt :

$$P_{\text{śr}} = \frac{W}{\Delta t}$$

Moc chwilowa P :

$$P = \frac{dW}{dt}$$

- Jednostka SI: $[P] = \text{J/s} = \text{W}$ (wat)
- Koń mechaniczny: $1 \text{ KM} \approx 736 \text{ W}$
- Inna jednostka pracy:
ponieważ $W = P_{\text{śr}} \Delta t \Rightarrow [W] = \text{kWh}$ (kilowatogodzina)