

Podstawy fizyki – sezon 1

IV. Energia potencjalna

Agnieszka Obłąkowska-Mucha

WFiIS, Katedra Oddziaływań i Detekcji Cząstek,
D11, pok. 111
amucha@agh.edu.pl
<http://home.agh.edu.pl/~amucha>

Cele wykładu (pytania egzaminacyjne)

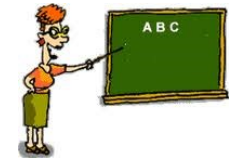
Wiedza:

- ▶ Siły zachowawcze i niezachowawcze
- ▶ Energia potencjalna



Umiejętności:

- ▶ Obliczenia pracy sił zachowawczych (grawitacyjnej) i niezachowawczych (tarcia, oporu) po zamkniętej drodze.
- ▶ Pokazanie związku pracy sił z wzrostem (spadkiem) energii potencjalnej

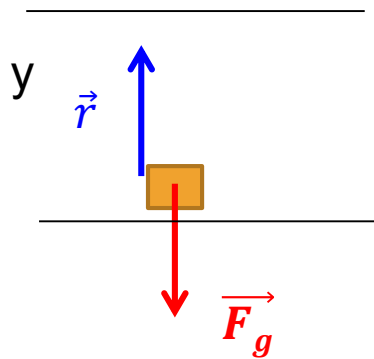


Siły zachowawcze

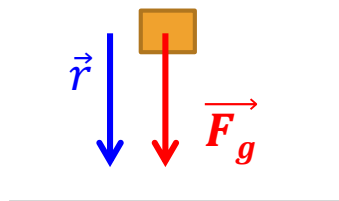
- ▶ Jeżeli praca pewnej siły zależy tylko od położenia punktu początkowego A i końcowego B, to siłę taką nazywamy **ZACHOWAWCZĄ**.

Praca takiej siły, wykonana po drodze zamkniętej **WYNOŚI ZERO**.

Przykład: Liczymy pracę siły grawitacji (w pobliżu Ziemi, czyli $F_g = mg$, przy podnoszeniu i opuszczaniu ciała na wysokość y :

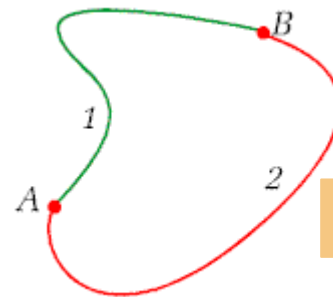


$$W_1 = -mgy$$



$$W_2 = mgy$$

$$W_1 = -W_2$$



$$W_{AB} + W_{BA} = 0$$

- ▶ Siłami zachowawczymi są np:

- siła grawitacji
- siła sprężystości

Siła tarcia jest siłą niezachowawczą.

Energia potencjalna

- ▶ Siła jest zachowawcza, gdy jest ona funkcją jedynie położenia ciała: $\vec{F} = \vec{F}(\vec{r})$, taką, że jej pracę można przedstawić w postaci:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} = E_{pA}(\vec{r}_A) - E_{pB}(\vec{r}_B) = -\Delta E_p$$



gdzie ΔE_p - zmiana energii potencjalnej

- ▶ Siła zachowawcza nie może zależeć ani od czasu, ani od prędkości.
- ▶ Energia potencjalna jest skalarną funkcją położenia \vec{r} .
- ▶ Jest to energia, jaką posiada ciało w polu danej siły \vec{F} .

$$E_{pB} = - \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} + E_{pA}$$

- ▶ Wartość energii potencjalnej jest określona z dokładnością do pewnej stałej, zależnej od wyboru punktu odniesienia A.

$$E_{pB} = - \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} + const$$

Energia potencjalna

- ▶ Ustalmy jeden z punktów, np. A, tak, aby $E_{pA} = 0$.
Energia potencjalna wynosi zero w położeniu, gdy $\vec{F}_A = 0$ (nierozciągnięta sprężyna, nieskończona odległość od Ziemi).
- ▶ Otrzymujemy zależność energii potencjalnej od siły:

$$Ep_B = - \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r}$$

$$- \frac{dEp}{d\vec{r}} = \vec{F}(\vec{r})$$

Energia dla sił niezachowawczych

- ▶ W układach oprócz sił zachowawczych działają zwykle siły niezachowawcze, np. tarcie.
 - twierdzenie o pracy i energii, dla wszystkich sił: $\Delta E_k = W_Z + W_{NZ}$
 - a dla sił zachowawczych: $W_Z = -\Delta E_p$
 - czyli: $W_{NZ} = \Delta E_K + \Delta E_p$

praca sił niezachowawczych została przekształcona w **energię wewnętrzną U**.

Zmiana energii wewnętrznej U jest równa stałonej energii mechanicznej:

$$\Delta E_K + \Delta E_p + \Delta U = 0$$

Zasada zachowania energii całkowitej!

Zasada zachowania energii należy do najbardziej podstawowych praw fizyki. Wszystkie nasze doświadczenia pokazują, że jest to prawo bezwzględnie obowiązujące; nie znamy wyjątków od tego prawa.

Zasada zachowania energii całkowitej

- ▶ Jeżeli na ciało działa siła zewnętrzna (dowolna), siła zachowawcza (np. grawitacji) oraz niezachowawcza (np. tarcia), to można napisać:

$$F_{wyp} = F_{zew} + F_Z + F_{NZ}$$

a z tw. o pracy i energii: $\Delta E_K = W_{zew} + W_Z + W_{NZ}$

czyli: $\Delta E_K = W_{zew} - \Delta E_p - \Delta U$

$$W_{zew} = \Delta E_K + \Delta E_p + \Delta U$$

Praca siły zewnętrznej a zasada zachowania energii całkowitej

- Każda praca wykonana na ciele przez czynnik zewnętrzny równa się wzrostowi energii kinetycznej plus wzrost energii potencjalnej plus wzrost energii wewnętrznej.
- *Cała energia została zarejestrowana.*
- Wynika z niego, że *energia może być przekształcona z jednej formy w inną, ale nie może być wytwarzana ani niszczona;*

Energia całkowita jest wielkością stałą.