

I całkowanej:  $E_c = \text{const}$ ,  $\Delta E_c = 0$

$$E_c = \underbrace{E_p + E_k}_{E_{\text{mech}}} + \cancel{E_r} + E_j + \dots Q$$

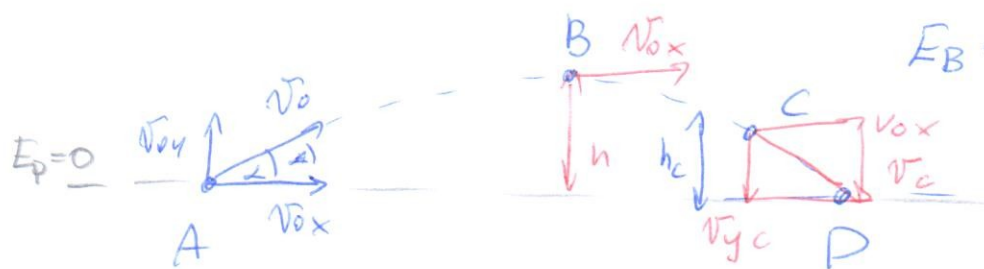
II mechanicznej:  $E_m = E_p + E_k = \text{const}$

$$\Delta E_p + \Delta E_k = 0$$

Jeżeli nie uład działają tylko siły zachowania, to całkowita energia mechaniczna jest zachowana

przykład: rzut pionowy  
→ tylko zachowanie, jakie?

$$E_A = \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m (v_{0x}^2 + v_{0y}^2)$$



$$E_B = mgh + \frac{1}{2} m v_{0x}^2$$

$$E_C = mgh_c + \frac{1}{2} m v_C^2 = mgh_c + \frac{1}{2} m (v_{0x}^2 + v_{0y}^2)$$

$$E_D = \frac{1}{2} m v_D^2$$

$$E_A = E_B = E_C = E_D$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m (v_{0x}^2 + v_{0y}^2) = mgh + \frac{1}{2} m v_{0x}^2$$

$$\frac{1}{2} m v_{0y}^2 = mgh \Rightarrow h = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$E_A = E_D \Rightarrow v_D = v_0$$

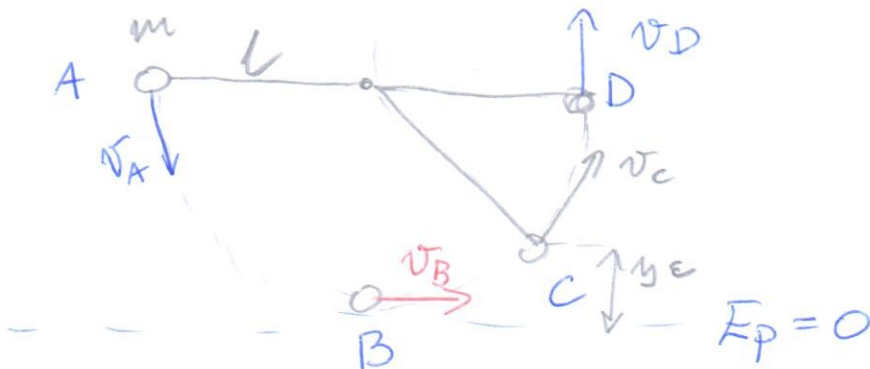
pilka spada z taką samą prędkością, z jaką ją wyrzucano

przykład - kamień na sznurku & było siły zachowania

$$v_E \leftarrow E$$

$$E_A = E_B = E_C = E_D = E$$

$$E = \text{const}$$



$$E_A = mgl + \frac{1}{2}mv_A^2$$

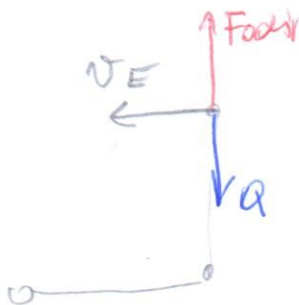
$$E_B = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$E_C = mgy_C + \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$E_D = mgl + \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$E_E = 2mgl + \frac{1}{2}mv_E^2$$

→ jaki jest zmierzający wpływ  $v_E$  a wp.  $E_A$ ?  
 otóż, aby ciało poruszało się po okręgu, w każdym punkcie siła odśrodkowa musi równoważyć ciężar



$$F_{\text{odśr}} \geq Q$$

$$\frac{mv_E^2}{L} \geq mg \Rightarrow v_E \geq \sqrt{gL}$$

czyli jeśli  $E_A = E_E$

$$\text{to: } mgl + \frac{1}{2}mv_A^2 = 2mgl + \frac{1}{2}mgl$$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{3mgl}$$

A co jeśli działa siła niezachowawcza?

③

np: tarcie, siła oporu powietrza?

- całkowita energia jest zachowana:

$$E_c = E_k + E_p + U$$

- energia mechaniczna NIE jest zachowana  
ALE!

mamy jeszcze tw. o pracy i energii, które jest spełnione ZAWSZE:

$$W_{całk} = \Delta E_k$$

jeśli działają siły zachowawcze (Z) i niezachowawcze (NZ), to:

$$W_{całk} = W_Z + W_{NZ}$$

$$\text{czyli } \Delta E_k = W_Z + W_{NZ}$$

część tego możemy zamienić na  $E_p$ :

$$W_Z = -\Delta E_p$$

$$\text{no i mamy: } \Delta E_k = -\Delta E_p + W_{NZ}$$

$$\text{czyli: } \Delta E_k + \Delta E_p = W_{NZ}$$

co można podsumować:

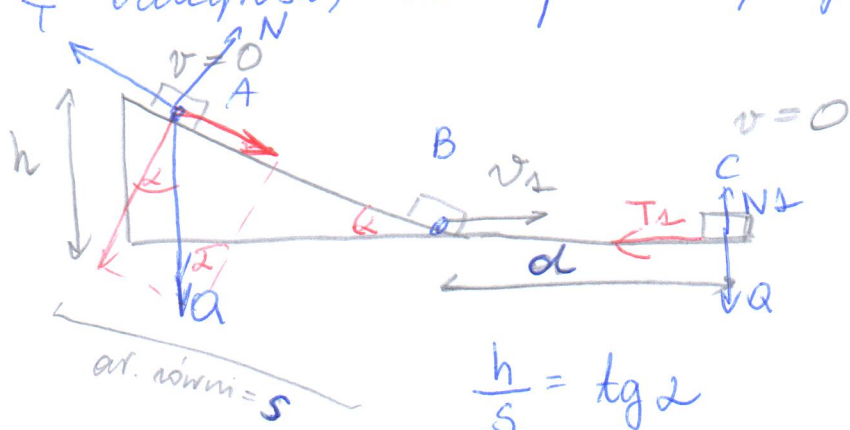
energia mechaniczna stracona ~~na~~ z powodu działania sił niezachowawczych jest równa pracy tych sił.

$$\text{czyli, gdy } \Delta E_p = 0 \text{ to } \Delta E_k = W_{NZ}$$

czyli po prostu: jeśli działa tarcie, to ciało w końcu się zatrzyma... ☹ → praca!

4

ciało zsuwa się z równi przesuwając się dalej po poziomej powierzchni. Znamy wysokiść nymiary, odległość, ile wynosi współczynnik tarcia?



$$\frac{h}{s} = \tan \alpha$$

$E_A = mgh$   
 $E_C = 0$  } co się stało z energią?  
 została rozproszona ~~na~~ prze pokonanie siły tarcia

Linijny odinek AB:

$$\Delta E_k + \Delta E_p = W_T$$

$$\underbrace{\frac{1}{2} m v_1^2}_{\Delta E_k \text{ na osi}} - \underbrace{mgh}_{\text{zmalaza}} = \underbrace{-T \mu s}_{\text{bo } \angle(\vec{T}, \vec{s}) = \pi}$$

można prościej?

Aha!  $E_{pot}$  zamienia się na kin i pracę T:

$$\textcircled{+} mgh = \frac{1}{2} m v_1^2 + T \cdot \mu \cdot s \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{zawsze się zastanawia} \\ \text{czy nie było "u" "u" "u"} \\ \text{(np. odczytanie tarcie powinno} \\ \text{spowodować cięto?)} \end{array} \right.$$

teraz  $B \rightarrow C$   $\Delta E_k = W_{T1}$

$$-\frac{1}{2} m v_1^2 = -T_1 \mu d, \text{ czyli } \frac{1}{2} m v_1^2 = T_1 \mu d \quad \textcircled{+} \textcircled{+}$$

$$T_1 = N_1 \mu = mg \mu$$

$\textcircled{+} \text{ i } \textcircled{+} \textcircled{+}$   $mgh = T \cdot \mu s + T_1 \mu d$   
 dla ntajemnikowych  
 porównała en. potencjału  
 zamienia się w pracę  
 tarcia na podługowej części  
 + pracę tarcia na poziomej  
 odcinku