



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta přírodovědně-humanitní  
a pedagogická



# Práce a energie

*FYZ1 – Přednáška 6*  
*HRW – kapitoly 7+8*



# Práce

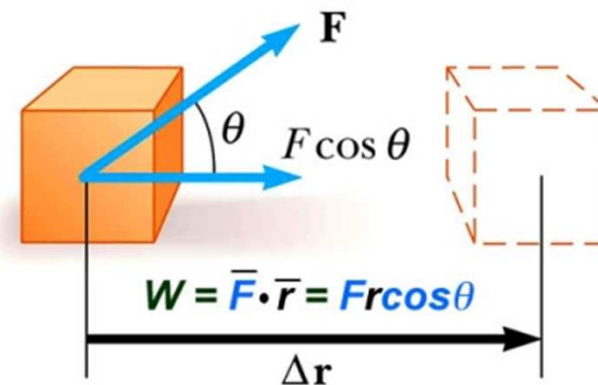
## Dráhový účinek síly – práce

$$A = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} \approx F \cdot \Delta r \cos \theta$$

Práce se nekoná:

- $\vec{F} = \vec{0}, \Delta\vec{r} = \vec{0}$
- $\vec{F} \perp \Delta\vec{r}$

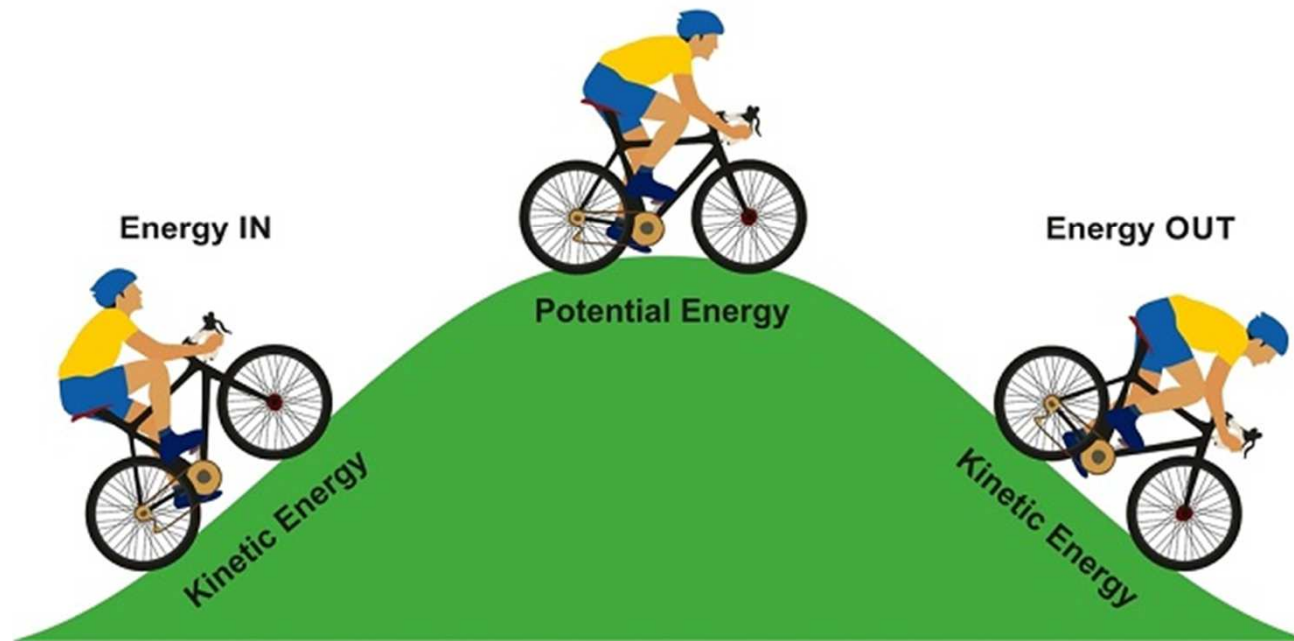
Work = Force x Displacement



# Práce

Koná se kladná nebo záporná

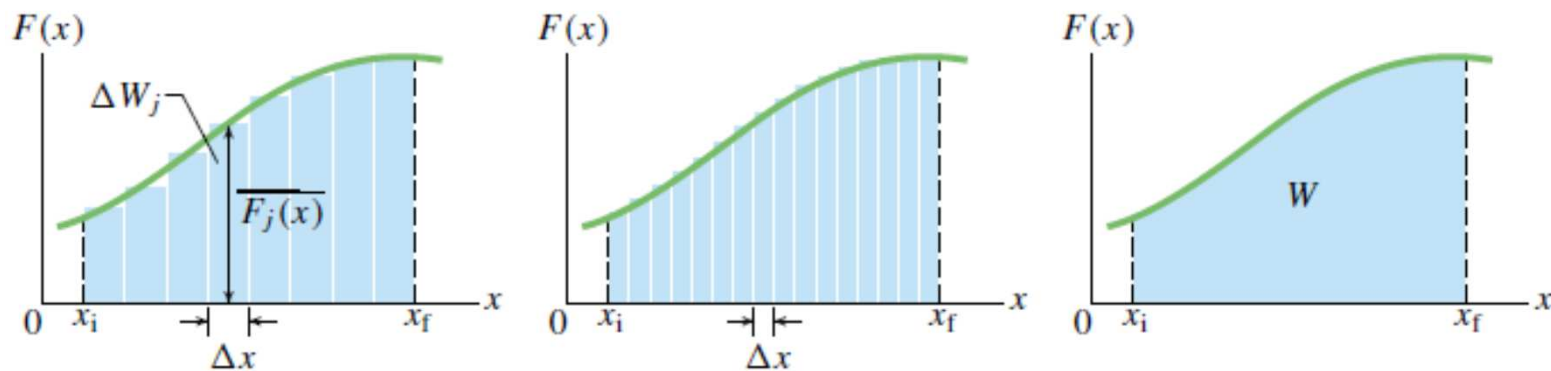
**The True Value of Energy**  
Kinetic Energy In - Potential Energy - Kinetic Energy Out



# Práce proměnné síly

Součet příspěvků malých posunutí (za malé změny síly) – integrace

- V jednom směru  $A = \int_{x_i}^{x_f} F dx$



# Práce sil

Tíhová síla  $G = mg$ , práce tíhové síly  $A = mgh$

Elastická síla (Hookův zákon)

$$F = -kx$$

Práce elastické síly

$$A = \int kx dx = \frac{1}{2} kx^2$$



# Síly

Práce vykonaná při pohybu po uzavřené dráze

- Konzervativní síly  $A = 0$   
(gravitační, tíhová, atd.)
- Nekonzervativní síly  $A \neq 0$   
(tření, odpor prostředí)



# Energie

Pro konzervativní síly

Energie = práce pro přesunutí tělesa do určitého stavu,  
polohy

Kinetická energie

- Translace  $\frac{1}{2}mv^2$
- Rotace  $\frac{1}{2}J\omega^2$



# Zákon zachování energie

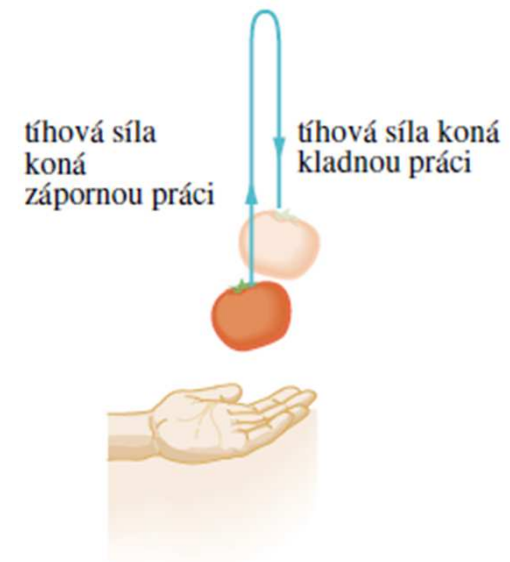
Konzervativní síly konají kladnou nebo zápornou práci

Každé místo silového pole je popsáno jednoznačnou hodnotou práce nutné k přesunutí tělesa do daného místa, tj.  $\Delta E_P = -A_{gr}$

Celková energie  $E = E_P + E_K = konst.$

Izolovaná soustava = nepůsobí žádné vnější síly

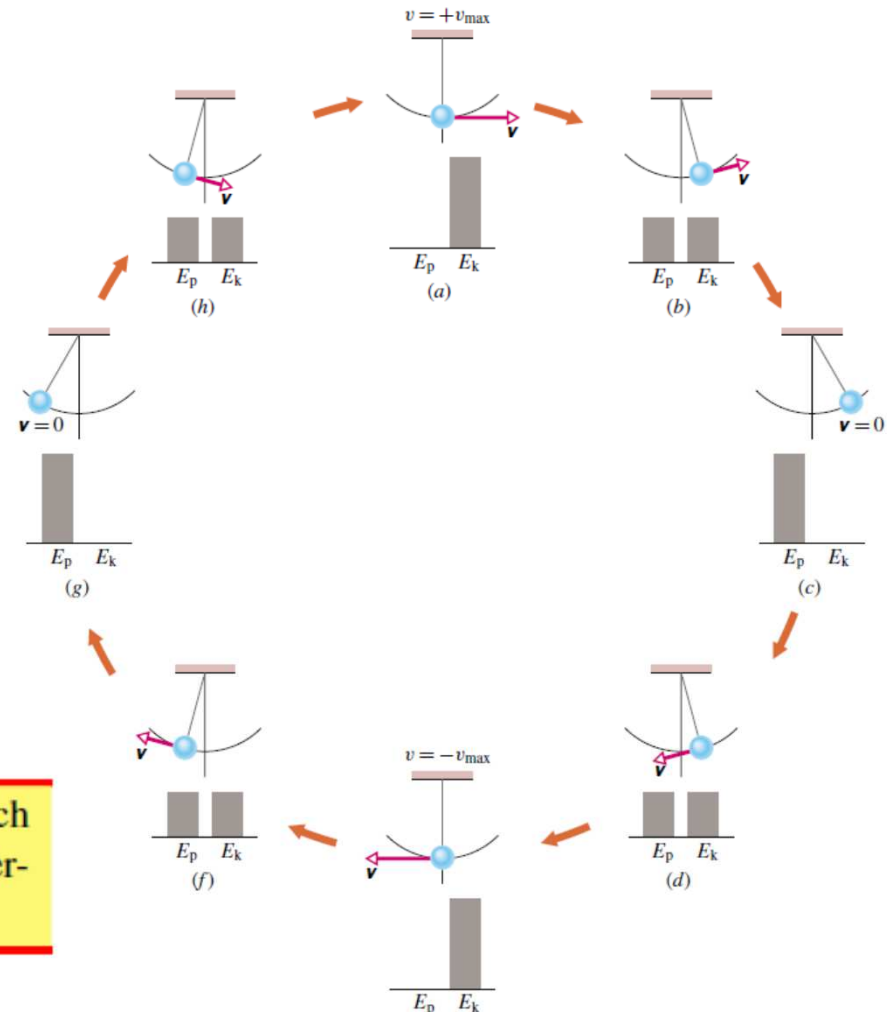
Působí-li v izolované soustavě pouze konzervativní interakční síly, mění se její kinetická a potenciální energie tak, že jejich součet, tj. mechanická energie soustavy, je stálý.





# Příklad kyvadlo

Potenciální gravitační  
vs. kinetická energie kyvadla



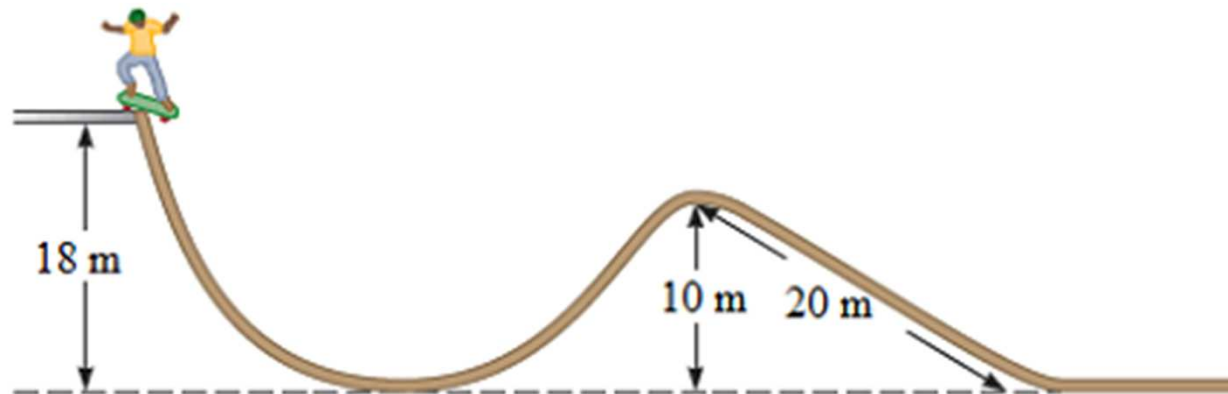
V izolované soustavě může docházet ke změnám všech typů energie, které lze soustavě přisoudit. Celková energie však zůstává zachována.



# Příklad zákona zachování energie

Nezávisle na konkrétním pohybu se zachovává celková energie

Přejede skateboardista přes rampu?



# Nekonzervativní síly

Nelze pro ně definovat potenciální energii, přispívají do bilance energie prací

Práce nekonzervativních a vnějších sil

$$\Delta(E_K + E_P) = A^{nekonz}$$

Změna mechanické energie soustavy je rovna celkové práci nekonzervativních interakčních sil soustavy a vnějších sil, jimiž na objekty soustavy působí její okolí.



# Výkon, účinnost

$$\text{Výkon } P = \frac{dA}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t}$$
$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Výkon nulový -  $\vec{F} = \vec{0}$ ,  $\vec{v} = \vec{0}$  nebo  $\vec{F} \perp \vec{v}$

$$\text{Účinnost } \eta = \frac{A^{\text{vykonaná}}}{A^{\text{dodaná}}} \leq 1$$



# Vztah mezi energií a silou

Energie je určena prací – práce silou

V jednorozměrném případě

$$F_x = -\frac{\partial E}{\partial x}$$

Obecně

$$\vec{F} = -\text{grad}E = -\left(\frac{\partial E}{\partial x} \quad \frac{\partial E}{\partial y} \quad \frac{\partial E}{\partial z}\right)$$

