

# 1 Mechanická práce

mechanická práce .....  $W$

jednotka:  $[W] = \text{J}$  (joule)

skalární veličina

a) síla rovnoběžná s vektorem posunutí  $F \parallel s$

$$W = F \cdot s$$

$s$  ... dráha, kterou těleso urazilo

$$1 \text{ J} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

vyjádření joulu v základních jednotkách SI

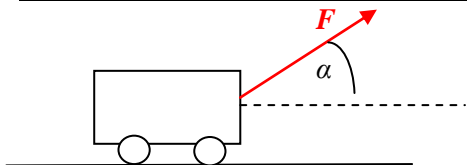
$W = 0$  práce se nekoná, když se těleso nepohybuje

Př.1 Držíme předmět v určité výšce nad zemí  $\rightarrow F \neq 0, s = 0, W = 0$

Př.2 těleso se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem  $\rightarrow F = 0, s \neq 0, W = 0$

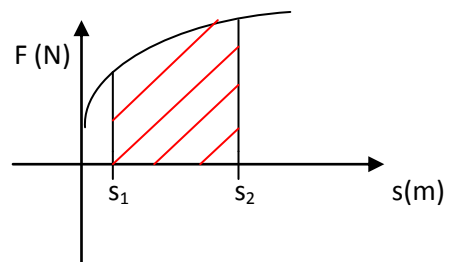
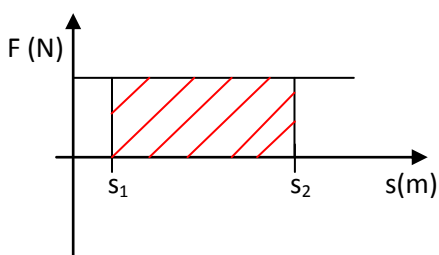
b) síla svírá s vektorem posunutí  $s$  úhel  $\alpha$

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



**Práce se nekoná, je-li síla  $F$  kolmá k trajektorii (vektoru posunutí)!**

## Grafické znázornění práce:



Práci lze znázornit graficky jako **obsah plochy pod křivkou síly.**

## 2 Kinetická energie

značíme .....  $E_k$

jednotka  $[E_k] = \text{J}$  (joule)

Kinetickou energii mají tělesa s **nenulovou hmotností**, která se pohybují posuvným pohybem **rychlostí  $v$** .

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

Při přemístění tělesa vykoná výslednice sil určitou práci, která je rovna změně kinetické energie tělesa:

$$W = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$

### Zákon zachování kinetické energie

Celková energie izolované soustavy hmotných bodů (HB) je konstantní.

$$E_k = E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kn} = \text{konst.}$$

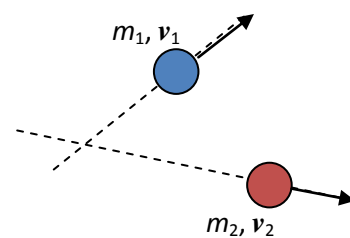
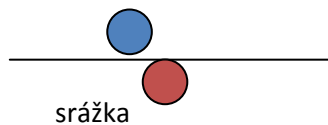
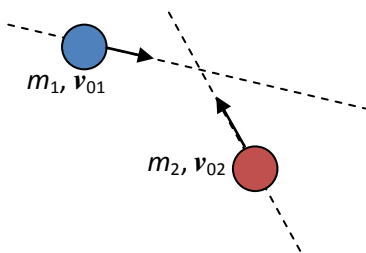
### Pružný ráz těles (dokonale pružná srážka dvou koulí)

Platí zákon zachování hybnosti:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

Platí zákon zachování energie:

$$\frac{1}{2}m_1 v_{01}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{02}^2 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 v_2^2$$



**$E_k$  závisí na volbě vztažné soustavy** – jinou energii má totéž těleso vzhledem k povrchu Země, jinou např. vzhledem ke Slunci apod.

### 3 Potenciální energie

značíme .....  $E_p$

jednotka [ $E_p$ ] = J (joule)

Potenciální energii mají tělesa umístěná v silovém poli jiných těles.

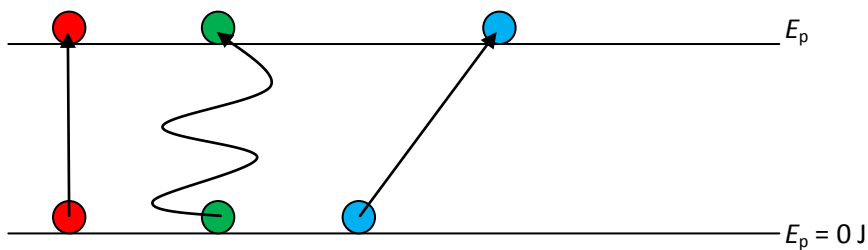
V gravitačním poli Země mají tělesa tzv. **tíhovou potenciální energii**.

$$E_p = mgh$$

Při přemístění tělesa z určité výšky  $h_1$  do výšky  $h_2$  vykoná tíhová síla určitou práci, která je rovna změně potenciální energie tělesa a která je nezávislá na trajektorii:

$$W = \Delta E_p = E_{p2} - E_{p1}$$

$E_p$  nezávisí na trajektorii, po jaké se těleso pohybuje



při volném pádu → úbytek  $E_p$

při zvedání tělesa → přírůstek  $E_p$

**$E_p$  závisí na volbě tzv. nulové hladiny**, tj. stejné těleso má různou  $E_p$  vůči povrchu země, desce stolu, podlaze místnosti apod.

Pozn.

Potenciální energii  $E_p$  mají nejen tělesa umístěná v gravitačním poli jiného tělesa, ale existuje např. potenciální energie pružnosti (elastická energie), kterou má např. těleso zavěšené na pružině (mechanický oscilátor). Potenciální energii mají i částice v látce, které kmitají kolem určité rovnovážné polohy. Tato energie částic je pak součástí celkové vnitřní energie tělesa.

## 4 Mechanická energie

Celková mechanická energie tělesa je dána součtem jeho kinetické a potenciální energie a v rámci soustavy HB je tato energie konstantní.

$$E = E_k + E_p = \text{konst.}$$

Př. Letadlo letící ve výšce  $h$  nad zemí rychlostí  $v$  má vzhledem k povrchu Země celkovou mechanickou energii

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

**Při pohybu tělesa se může kinetická energie měnit na potenciální a naopak.**

Př. Pingpongový míček padající volným pádem k Zemi: na počátku má potenciální energii  $E_p = mgh$  a nulovou kinetickou energii  $E_k = 0$ .  $E_p$  se s klesající výškou zmenšuje,  $E_k$  narůstá, v okamžiku dopadu má těleso nulovou  $E_p$  a maximální  $E_k$ . Po nárazu se část energie vlivem nedokonale pružné srážky přemění na teplo, takže míček se odrazí s menší rychlostí, než s jakou dopadl. Při pohybu vzhůru se  $E_k$  zmenšuje,  $E_p$  narůstá, až míček dosáhne určité výšky, ve které se na okamžik zastaví ( $E_p = \text{max.}$ ,  $E_k = 0$  J) a celý proces se opakuje.

## 5 Zákon zachování energie

Platí v izolované soustavě.

Při všech dějích v izolované soustavě těles se mění jedna forma energie na druhou a naopak, celková energie soustavy se ale nemění (zůstává konstantní).

reálná situace – působí třecí síly a odpor prostředí → celková mechanická energie se zmenšuje

Př.

- kmity kyvadla nebo pružinového oscilátoru se vlivem třecích sil a odporu prostředí zmenšují (ve vakuu při absenci třecích sil se energie postupně přeměňuje na teplo, dochází k tzv. disipaci energie – nevratné přeměně kinetické a potenciální energie na teplo a vnitřní energii tělesa)
- jedoucí kolo se zastaví
- míč se odráží do stále menší výšky

### Přeměny energie:

- mechanická energie na elektrickou → vodní elektrárny
- elektrická energie na vnitřní energii → topná spirála vařiče
- elektrická energie na světelnou → žárovka, LED diody
- elektrická energie na mechanickou → elektrické stroje (motory)

**Energie je stavová veličina – charakterizuje stav soustavy.**

## 6 Výkon a účinnost

výkon značíme .....  $P$

jednotka  $[P] = \text{W}$  (watt)

$$P = \frac{W}{t} = F \cdot v$$

$F$  ... okamžitá síla

$v$  ... okamžitá rychlost

$$W = P \cdot t$$

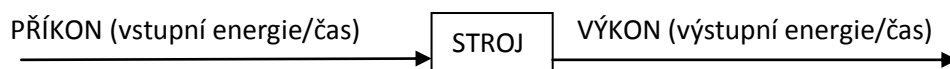
Z předchozího vztahu plyne jednotka práce  $[W] = 1 \text{ J}$  (joule) =  $\text{W} \cdot \text{s}$  (wattsekunda).

V energetice se pro **jednotku elektrické energie používá jednotka kWh (kilowatthodina)**.

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

**Příkon  $P_0$**  – je energie, kterou stroji **dodáme** za určitý čas.

**Výkon  $P$**  – je práce, kterou **stroj vykoná** za určitý čas nebo energie kterou **lze ze stroje odebrat**.



**Účinnost  $\eta$  (éta)**

jednotka

$[\eta] = \%$

$$\eta = \frac{P}{P_0}$$

Účinnost libovolného stroje je vždy  **$\eta < 1$**