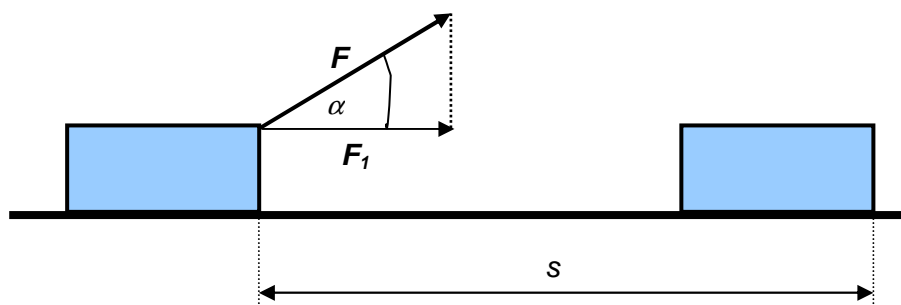


MECHANICKÁ PRÁCE A ENERGIE

1. Práce (W)

V této části se budeme zabývat pouze mechanickou prací.

Mechanická práce charakterizuje děj, při kterém se přemísťují tělesa vlivem působení síly.



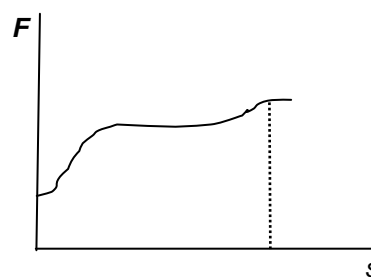
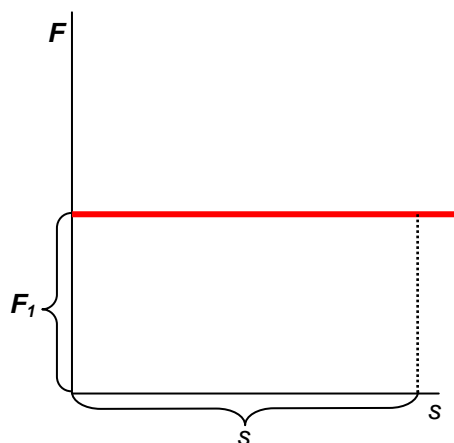
Síla koná mechanickou práci, má-li složku ve směru nebo proti směru pohybu.

$$W = F_1 s = F s \cos \alpha$$

$$[W] = \text{J}$$

graf závislosti síly na poloze

obsah plochy pod křivkou = vykonaná práce W (pro JAKÝKOLIV tvar!)



2. Výkon (P)

Je fyzikální veličina vyjadřující, jak rychle se práce vykoná.

a) **Průměrný výkon** – podíl práce W a doby t , za kterou se práce vykonala

$$P_P = \frac{W}{t}$$

$$[P] = \text{J} \cdot \text{s}^{-1} = \text{W (watt)}$$

b) **Okamžitý výkon** – když se práce stále ještě koná (těleso se pohybuje)

$$P = \frac{Fs}{t} = Fv$$

F ... síla stroje/člověka

v ... rychlost pohybu tělesa (nemusí být konstantní $v = v_0 + at$)

3. Účinnost (η)

$$\eta = \frac{\text{vykonaná práce/výkon}}{\text{dodaná energie/příkon}} = \frac{W}{E_0} = \frac{P}{P_0} \leq 1 \text{ nebo } 100\%$$

Otázky:

1. Na těleso, jež bylo na počátku v klidu, působí výsledná síla 80 N po dobu 5 s. Předpokládejte, že hmotnost tělesa je 2 kg a vypočtete:

- práci, kterou síla vykoná;
- její průměrný výkon
- okamžitý výkon v 5 s od začátku pohybu
- porovnejte b) a c), diskutujte případný rozdíl výsledků

L2/161-190

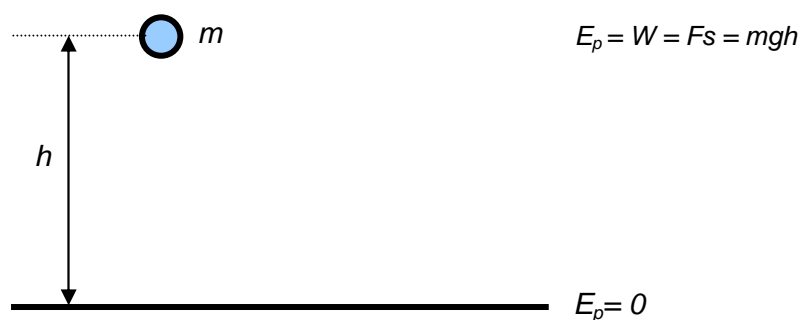
4. Mechanická energie (E)

Mechanická energie tělesa je definována jako schopnost tělesa konat mechanickou práci.

- potenciální (E_p)** – mají tělesa, která jsou v silových polích jiných těles, mají ji také pružně deformovaná tělesa

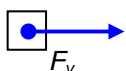
elastickou energii (potenciální energii pružnosti) – má každé deformované pružné těleso – protažená nebo stlačená pružina ...

tíhovou potenciální energii – má těleso ve výšce h nad zvolenou nulovou hladinou potenciální energie E_p



b) **kinetická** (E_k) – mají ji tělesa, která se pohybují

$$t = 0, v_0 = 0$$



výsledná síla F_v působí
po dobu t

$$t, v = at, E_k$$



práce, kterou vykoná výsledná síla = změna kinetické energie

$$W = Fs = ma \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} ma^2 t^2 = \frac{1}{2} mv^2 = E_k$$

Zákon zachování mechanické energie pro izolovanou soustavu těles = při všech mechanických dějích se může měnit kinetická energie v potenciální a naopak, celková mechanická energie soustavy je však konstantní.

Obecný **zákon zachování energie pro izolovanou soustavu těles** pak říká, že se celková energie izolované soustavy zachovává, může se měnit jedna forma energie na druhou, včetně tepla.

Mechanická energie se zachovává pouze tehdy, pokud se nepřeměňuje na jiné druhy, např. na teplo vlivem tření.

V některých případech můžeme vypočítat, jaké množství se přeměnilo na teplo, nebo přesněji na vnitřní energii pomocí jednoduché rovnice

$$E_{mi} = E_{mf} + \Delta U$$

E_{mi} ... počáteční mechanická energie

E_{mf} ... konečná mechanická energie

ΔU ... změna vnitřní energie, energie přeměněná na nemechanické formy

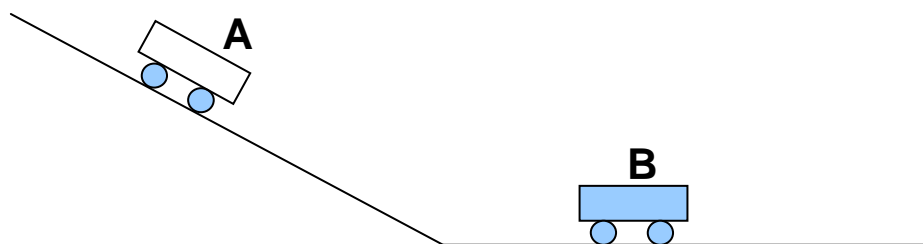
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Energy_Skate_Park

Otázky:

2. Pružný míč o hmotnosti 50 g byl volně puštěn z výšky 1.55 m nad upevněnou vodorovnou kovovou deskou. Po odrazu vyskočil do výšky 1.00 m nad deskou. Vypočtete

- rychlost míče těsně před dopadem
- hybnost míče těsně před dopadem
- kinetickou energii míče těsně před dopadem
- změnu energie při dopadu. Zdůvodněte. ($g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

3. Na obrázku níže vozíček A o hmotnosti 4 kg s lehkými kolečky je udržován na hladké nakloněné rovině. Po uvolnění bez tření sjede po nakloněné rovině tak, že jeho hmotný střed je na vodorovné rovině o 3.45 m níže než na počátku a narazí do druhého podobného vozíčku B o hmotnosti 2.5 kg, který stál na vodorovné rovině. Po srážce se oba vozíčky pohybují jako jedno těleso.



- a) Vypočtete rychlost vozičku A bezprostředně před srážkou.
b) Vypočítejte rychlost obou voziček po srážce s využitím zákona zachování hybnosti .
c) Vypočtete kinetickou energii vozičku A těsně před srážkou a kinetickou energii obou voziček po srážce.
d) Vysvětlete, proč je kinetická energie před a po srážce různá. ($g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)
4. Vozík A o hmotnosti 2 kg se pohybuje rychlostí $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a vozík B o hmotnosti 5 kg se pohybuje v opačném směru rychlostí $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
a) Předpokládáme-li nepružnou srážku, jak velká část jejich kinetické energie se přemění v jinou formu energie?
b) Jaká by byla rychlost obou vozíků po srážce, kdyby byla dokonale pružná?
5. Míč o hmotnosti 0.25 kg byl spuštěn z výšky 2.0 m a odrazil do výšky 0.38 m. Vypočtete
a) rychlost míče těsně před dopadem;
b) rychlost míče těsně po odrazu;
c) změnu hybnosti míče při odrazu;
d) sílu působící při odrazu, jestliže kontakt s povrchem trval 0.070 s.
6. Železniční vagon o hmotnosti 1800 kg pohybující se rychlostí $1.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ narazí do třech stejných stojících vagónů. Po nárazu se vagóny spojí a pohybují se společně. Vypočtete
a) rychlost vagónů po nárazu;
b) změnu kinetické energie v důsledku srážky;
c) předpokládejte, že tři vagony nestojí, ale pohybují se všechny stejnou rychlostí $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ opačným směrem než uvažovaný vagon a vypočtete rychlost vagonů po nárazu a změnu kinetické energie v důsledku srážky.

L3/191-210

Výsledky:

- 40 kJ, 8 kW, 16 kW
- $5.57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $0.28 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 0.775 J, 0.275 J
- $8.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $5.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 138 J, 84.5 J
- 39.43 J, $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $0.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- $6.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $2.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $2.28 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 32.5 N
- $0.425 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 1951 J, $-0.325 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 4921 J