

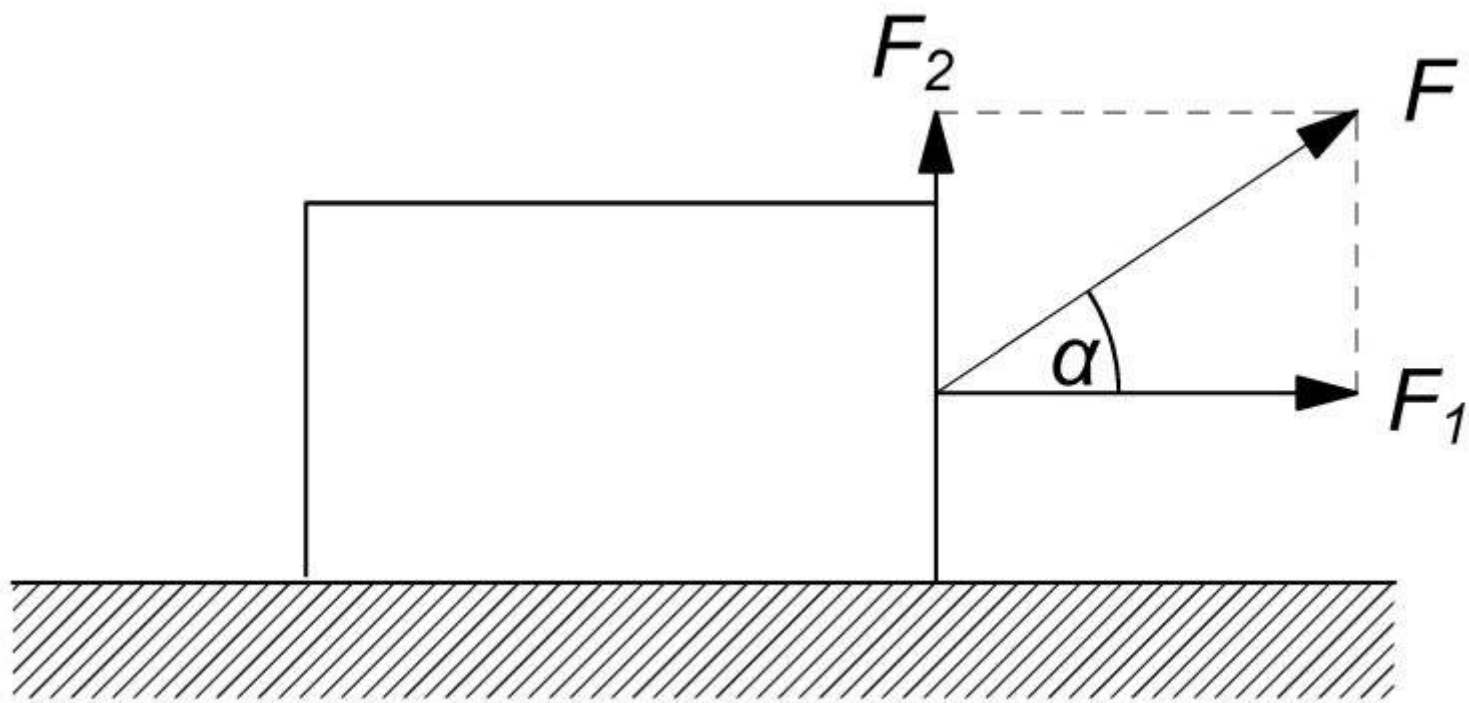
# **MECHANICKÁ PRÁCE A MECHANICKÁ ENERGIE**

**Daňková Kristýna  
KristynaDankov@seznam.cz**

# Mechanická práce

Konání mechanické práce je podmíněno silovým působením na těleso a pohybem tělesa. Mechanickou prací konáme, jestliže táhneme nebo tlačíme nějaký předmět po podlaze, zvedáme těleso do výšky.

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



Práce se nekoná v těchto případech:

1. těleso se nepohybuje - je nulová dráha
2. těleso se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem - podle druhého pohybového zákona na těleso působí nulová síla
3. na těleso působí síla ve směru kolmém k trajektorii tělesa - velikost úhlu je  $\alpha=90$  a tedy  $\cos \alpha=0$

V závislosti na velikosti úhlu těleso práci vykoná nebo spotřebuje:

$0^\circ < \alpha < 90^\circ \Rightarrow W > 0$ : práce se koná

$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \Rightarrow W < 0$ : práce se spotřebuje

Chlapec táhne sáňky za provázek, který svírá s vodorovnou rovinou úhel z daného intervalu; přitom koná práci.

Třecí síla působící v předchozím příkladě mezi skluznicí sáněk a sněhem koná zápornou práci, tj. spotřebovává práci vykonanou chlapcem.



# Kinetická (pohybová) energie

Kinetickou energii mají všechna tělesa, která se vzhledem k dané vztažné soustavě pohybují. Abychom uvedli těleso do pohybu, je třeba vykonat určitou práci.

charakterizuje pohybový stav tělesa vzhledem ke zvolené inerciální vztažné soustavě.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Delta E_k = W$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$$[E] = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2} = J$$

Roku 1896 a ve městě Waco v Texasu se odehrával neobvyklý experiment. Postavili dvě lokomotivy na opačných koncích trati dlouhé 6,4 km, roztopili jejich kotle a zablokovali záklopy strojů tak, aby zůstaly otevřené. Pak pustili lokomotivy plnou parou proti sobě. Předpokládejme, že každá z lokomotiv vážila  $1,2 \cdot 10^6$  N a jejich zrychlení při rozjezdu mělo konstantní velikost  $0,26 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Jaká byla celková kinetická energie obou lokomotiv těsně před srážkou?

$$E_k = 2,0 \cdot 10^8 \text{ J}$$



# Potenciální (polohová) energie

Potenciální energii mají tělesa, která:  
se nacházejí v silových polích jiných těles

v tíhovém poli Země se jedná o tíhovou  
potenciální energii

$$E_p = mgh$$

$$W = \Delta E_p$$

I'm not lazy;  
I'm overflowing with  
potential energy.

©2005, Kristen N. Fox, [www.artoffoxvox.com](http://www.artoffoxvox.com)



# Mechanická energie

např. letadlo o hmotnosti  $m$  letící rychlostí  $v$  ve výšce  $h$  nad povrchem Země má vzhledem k Zemi potenciální tíhovou i kinetickou energii. Součet těchto energií (tedy součet potenciální a kinetické energie) tvoří celkovou **mechanickou energii  $E$  tělesa.**

$$E = E_k + E_p$$

Při pohybu tělesa se může jeho kinetická i potenciální energie měnit.

# **Zákon zachování mechanické Energie**

Při všech dějích v soustavě těles se mění jedna forma energie v jinou, nebo přechází energie z jednoho tělesa na druhé; celková energie soustavy těles se však nemění.

Zákon zachování mechanické energie platí pouze v **IZOLOVANÝCH** soustavách.

# Výkon, příkon, účinnost

V praxi existuje celá řada činností, kterou již místo lidí mohou dělat stroje.

Abychom mohli posoudit, jak rychle se práce koná, zavádí se fyzikální veličina výkon.

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

$$[P] = N \cdot m \cdot s^{-1} = W$$

Watt

Práci, kterou vykoná stroj pracující s výkonem  $P$  za dobu  $t$ , lze psát ve tvaru  $W=Pt$

Z tohoto vztahu vyplývá, že jako jednotku práce je možné použít wattsekundu, přičemž platí:  $1Ws=1J$

$$1\text{kWh} = 1000\text{Wh} = 1000 \cdot 3600\text{Ws}$$

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



U pohybujících se těles (např. Automobil) můžeme také zkoumat okamžitý výkon. Rozdíl mezi okamžitým a průměrným výkonem je totožný jako rozdíl mezi okamžitou rychlostí a průměrnou rychlostí.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{F \Delta s}{\Delta t} = Fv$$

Při činnosti strojů se přeměňuje energie z jedné formy na jinou, nebo se energie přenáší z jednoho tělesa na druhé. Stroj pak koná práci odpovídající této přeměněné (resp. přenesené) energii. V praxi ale dochází k tomu, že část energie se mění na nevyužitelnou formu energie (např. vlivem tření se část mechanické energie mění na vnitřní energii, ...).

Podíl této energie za dobu  $t$  je příkon.

$$P_0 = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Pro porovnání výkonnosti různých strojů je dobré zavést další fyzikální veličinu – účinnost, kterou si vyjádříme v procentech

$$\eta = \frac{P}{P_0} \cdot 100$$

Ideální stroj by pracoval na 100%

2.161 Po vodorovné silnici jede stálou rychlostí cyklista, který překonává celkovou odporovou sílu o velikosti 20 N. Jakou práci vykoná na dráze 5 km?

2.162 Jakou práci vykonáme při vytahování hřebíku délky 6 cm, působíme-li na něj průměrnou silou 120 N?

2.163 Po vodorovné silnici táhne traktor stálou rychlostí kmen stromu o hmotnosti 1,5 t do vzdálenosti 2 km.

Jakou mechanickou práci vykoná, je-li součinitel smykového tření 0,6?

2.164 Člověk o hmotnosti 75 kg vynesese do třetího poschodí balík o hmotnosti 25 kg. Výška jednoho poschodí je 4 m. a) Jak velká práce připadne na vynesení balíku? b) Jakou celkovou práci člověk vykoná?



2.165 Jakou mechanickou práci vykonáme, když závaží o hmotnosti 5 kg a) zvedneme rovnoměrným pohybem do výšky 2 m, b) držíme ve výšce 2 m nad zemí, c) přemístíme ve vodorovném směru do vzdálenosti 2 m? Tření neuvažujte.

2.166 Jakou mechanickou práci vykonáme, táhneme-li po vodorovné rovině vozík do vzdálenosti 100 m, přičemž na něj působíme silou o velikosti 20 N? Řešte pro případy, kdy síla působící na vozík svírá se směrem trajektorie úhel a)  $0^\circ$ , b)  $30^\circ$ , c)  $60^\circ$ .

2.167 Jakou mechanickou práci vykoná chodec o hmotnosti 80 kg, ujde-li po vodorovné rovině vzdálenost 1,5 km, přičemž při každém kroku o délce 75 cm zvedá těžiště svého těla o 2 cm?

2.169 Po vodorovné trati se rozjíždí vlak se zrychlením  $0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Jakou práci vykoná lokomotiva o tažné síle  $40 \text{ kN}$  za dobu  $1 \text{ min}$ ?  
Odporové síly neuvažujte.

2.170 Kvádr o hmotnosti 5 kg posunujeme rovnoměrným pohybem vzhůru po nakloněné rovině do vzdálenosti 2 m. Nakloněná rovina svírá s vodorovnou rovinou úhel  $30^\circ$ . Součinitel smykového tření je 0,2. Určete práci, kterou při tom vykonáme.

2.174 Motor výtahu dopraví náklad o hmotnosti 250 kg rovnoměrným pohybem do výšky 18 m za 30 s.

a) Jakou práci motor vykoná? b) Jaký je výkon motoru?

2.175 Vzpěrač vyzvedl činku o hmotnosti 150 kg do výšky 2 m za 3 s. Jaký byl jeho průměrný výkon?

2.176 Porovnejte výkony dvou chlapců při závodech ve šplhání. Chlapec o hmotnosti 60 kg vyšplhá do výšky 4 m za 5 s, chlapec o hmotnosti 72 kg do stejné výšky za 6 s.



2.177 Vodní čerpadlo vyčerpá vodu o hmotnosti 750 kg z hloubky 6 m za dobu 3 min. Určete výkon čerpadla.

2.179 Důlní čerpadlo o výkonu 300 kW čerpá vodu z hloubky 180 m. Jaké množství vody vyčerpá za 1 h?

2.180 Automobil vyvíjí při rychlosti  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  tažnou sílu 1,8 kN. Jaký je jeho okamžitý výkon?

2.180 Automobil vyvíjí při rychlosti  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  tažnou sílu  $1,8 \text{ kN}$ . Jaký je jeho okamžitý výkon?

2.181 Automobil jede při výkonu  $50 \text{ kW}$  rychlostí  $90 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . a) Jak velkou tažnou sílu vyvíjí? b) Jakou práci vykoná při stálém výkonu za dobu  $30 \text{ min}$ ?

2.182 Lokomotiva jede stálou rychlostí a vyvíjí při výkonu 1 500 kW tažnou sílu 60 kN. Za jakou dobu ujede dráhu 45 km?

2.183 Automobil o hmotnosti 900 kg se rozjíždí z klidu se stálým zrychlením, přičemž za dobu 18 s dosáhne rychlosti  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Jaký je jeho průměrný výkon při rozjíždění?

2.184 Motorové sáně o maximálním výkonu 4,8 kW táhnou po zasněžené vodorovné krajině náklad o hmotnosti 800 kg. Součinitel smykového tření je 0,05. a) Jak velké je zrychlení saní v okamžiku, kdy jedou rychlostí  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ? b) Jaké nejvyšší rychlosti mohou sáně při daném maximálním výkonu dosáhnout?

2.185 Automobil o hmotnosti 1 t se rozjížděl z klidu se stálým zrychlením, přičemž dosáhl při výkonu motoru 50 kW rychlosti  $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Určete velikost jeho zrychlení, jestliže na něj během pohybu působila stálá odporová síla o velikosti 400 N.

2.187 Elektromotor jeřábu o příkonu 20 kW dopravuje náklad o hmotnosti 800 kg stálou rychlostí  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
Určete účinnost zařízení.



2.189 Elektromotor o příkonu 10 kW pracuje s účinností 90 %. Jakou mechanickou práci vykoná za 6 hodin?

2.190 Motor výtahu, který pracuje s účinností 80 %, zvedne rovnoměrným pohybem náklad o hmotnosti 750 kg do výšky 24 m za 0,5 min. Určete příkon motoru.

2.191 Jakou kinetickou energii má automobil o hmotnosti 800 kg, jede-li rychlostí  $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ?

2.192 Jakou kinetickou energii má volně padající těleso o hmotnosti 1 kg za dobu 1 s, 2 s a 3 s od začátku pohybu? Odpor vzduchu neuvažujte.

2.193 Kolikrát se zvětší kinetická energie hmotného bodu, zvětší-li se jeho rychlost na dvojnásobek?

2.194 Chlapec o hmotnosti 40 kg, který běží po hřišti rychlostí  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , vykopne míč o hmotnosti 0,5 kg počáteční rychlostí  $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Určete kinetickou energii chlapce a míče.

2.196 Střela o hmotnosti 20 g zasáhla strom a pronikla do hloubky 10 cm, Jak velkou rychlostí se pohybovala před zásahem, je-li průměrná odporová síla dřeva stromu 4kN?

2.197 Kladivo o hmotnosti 600 g dopadlo na hlavičku hřebíku rychlostí  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Jak velká je průměrná odporová síla zdiva, jestliže hřebík vnikl 3 cm do zdi?

2.200 Těleso o hmotnosti 3 kg zvedneme do výšky 50 cm nad horní desku stolu, která je ve výšce 80 cm nad podlahou. Určete tíhovou potenciální energii tělesa a) vzhledem k desce stolu, b) vzhledem k podlaze.

2.202 Ocelovou trubku o hmotnosti 20 kg a délce 5 m, která leží na vodorovné rovině, postavíme do svislé polohy. O jakou hodnotu se zvětší její tíhová potenciální energie?

2.203 Z okraje střechy se uvolnila taška. Jak velkou rychlostí dopadla na zem, jestliže padala z výšky 7,2 m? Odpor vzduchu neuvažujte.

2.204 Těleso o hmotnosti 1 kg volně padá z výšky 45 m. Určete jeho tíhovou potenciální energii vzhledem k povrchu Země za dobu 1 s, 2 s, 3 s jeho pohybu. Odpor vzduchu neuvažujte.



2.209 Letadlo o hmotnosti 60 t vystoupilo z výšky 1 000 m do výšky 3 000 m, přičemž zvětšilo rychlost ze  $160 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  na  $200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Jakou práci vykonaly motory letadla? Odpor vzduchu neuvažujte.

2.210 Z okna domu ve výšce 8 m nad povrchem země upustí dítě míč o hmotnosti 0,4 kg. Během pádu působí na míč odpor vzduchu, takže míč dopadne na zem rychlostí  $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Jak velká je průměrná odporová síla vzduchu?