

**Otázka:** Práce, energie, výkon

**Předmět:** Fyzika

**Přidal(a):** Michaela H

## Mechanická práce

- **Těleso koná mechanickou práci**, jestliže působí silou na jiné těleso, které se jejím vlivem pohybuje.
- **Mechanická práce  $W$** , kterou vykoná síla při přemístění jiného tělesa, závisí na velikosti síly  $F$ , která na těleso působí, na dráze  $s$ , o kterou se těleso přemístí, a na úhlu  $\alpha$ , který svírá síla s trajektorií tělesa.
- $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$
- Působí-li síla ve směru pohybu, pak  $\Rightarrow \cos \alpha = \cos 0^\circ = 1 \rightarrow W = F \cdot s \cdot 1$
- Působí-li síla kolmo na směr pohybu, pak práci **nekoná** ( $\cos 90^\circ = 0$ )
- Působí-li síla proti směru pohybu, pak  $\Rightarrow \cos \alpha < 0 \dots W = - F \cdot s \Rightarrow$  **práce se spotřebovává**
- **JEDNOTKA:**  $[W] = J$  (joule) =  $N \cdot m = kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
- **Působení síly  $F$** . Ta se rozkládá na složku kolmou (F2) - ta práci nekoná - a na složku rovnoběžnou s trajektorií (F1) - ta koná všechnu práci.  $F_1 = F \cdot \cos \alpha$
- **Mechanickou práci** lze určit i graficky. Zobrazíme-li závislost velikosti síly  $F_{\perp}$  (rovnoběžné složky) na dráze  $s$ , pak získáme pracovní diagram. Velikost práce  $W$  je plocha, kterou ohraničuje graf velikosti síly, počáteční a konečná hodnota dráhy. Mění-li se působící síla v závislosti na dráze, pak lze dráhu  $s$  rozdělit na nekonečně mnoho velmi malých drah  $\Delta s$ . Pro práci  $\Delta W_i$ , kterou vykoná síla  $F_i$  na daném úseku  $\Delta s$  platí

- $\Delta W_i = F_i \cdot \Delta s$

## Výkon

- **Výkon** je skalární fyzikální veličina:
  - $P_p = W/t =$  průměrný výkon
  - $[P] = N \cdot m \cdot s^{-1} = W$  (Watt)
  - $P = \Delta W/\Delta t = \Delta W/t = (F \cdot s)/t \Rightarrow P = F \cdot v$
- Je definován jako podíl práce  $W$  a doby  $t$ , za kterou byla práce vykonána.
- Zařízení vykonává práci o výkonu  $a$  o době  $t$ , mechanickou práci určíme vztahem:
  - $W = P_p \cdot t$
  - $\rightarrow P_p$  ve W,  $t$  v s  $\rightarrow W \cdot s$  (wattsekunda)
  - $1 Ws = 1J$
  - $1 kW \cdot h = 1 kW \cdot 3600 s = 3600 kJ$
- **Další jednotky:**
  - kůň -  $1 k = 735,5 W$  (automobily),  $Ws$  (kWh) - elektromotory

## Účinnost

- využíváme k posouzení hospodárnosti strojů
- stroje konají m. práci na základě **přeměny jedné formy energie na druhou**, při tom se jedna část dodané energie mění na nevyužitelnou energii, nejčastěji vlivem tření nebo odporu prostředí na **vnitřní energii** (stroje se zahřívají)
- je definována jako **podíl užitečné práce  $W$** , tj. práce, kterou stroj skutečně vykoná, a práce, kterou by měl stroj vykonat na základě dodané energie. Platí:  $\eta < 100\%$
- řecké písmeno étha  $\eta$

- $\eta = W/W_0 * 100 \%$ 
  - $W_0$ .... dodaná práce
- Podíl výkonu a příkonu
  - $\eta = P/P_0 * 100 \%$
  - $P_0$ .... příkon = dodaná energie
  - $P_0 = \Delta E / \Delta t$

## Energie

- Energie je schopnost tělesa konat práci, při konání práce vždy dochází k přenosu energie z jednoho tělesa na druhé
- **Mechanická energie:**
  - **kinetická** (pohybová) - má ji pohybující se těleso
  - **potenciální** (polohová) - mají ji tělesa, která jsou v silovém poli jiného tělesa a také pružně deformovaná tělesa
- Součet kinetické a potenciální energie tvoří **celkovou mechanickou energii**  $E$  tělesa
  - $E = E_k + E_p$

## Kinetická energie

- **Kinetickou energii** mají tělesa, která se vzhledem k dané vztažné soustavě pohybují. K uvedení tělesa z klidu do pohybu je třeba vykonat odpovídající práci.
- **Příklad, odvození vzorce:**
  - Uvažujeme hmotný bod, který je v dané inerciální vztažné soustavě v klidu. Začne na něj působit konstantní síla  $\mathbf{F}$ . Podle druhého pohybového zákona se začne hmotný bod pohybovat se zrychlením  $\mathbf{a} = \mathbf{F}/m$ . Trajektorie pohybu HB je přímka, která má směr síly  $\mathbf{F}$ . V čase  $t$  je velikost rychlosti HB  $v = a \cdot t$  a HB

urazí dráhu  $s$

- Na dráze  $s$  vykoná síla  $F$  práci
  - $W = F * s$
- Po dosazení
  - $s = 1/2 * a * t^2$
  - $F = m * a$
- Tzn je práce:
  - $W = F * s = m * a * (1/2) * t^2 = (1/2) * m * (a * t)^2 = (1/2) * m * v^2$  J

Při **změnách kinetické energie** rozhoduje práce vykonaná výslednicí sil. Podle toho, zda je práce kladná nebo záporná, se kinetická energie zvětší nebo zmenší.

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

## Rotační pohyb

- Při **otáčivém pohybu** tuhého tělesa kolem nehybné osy se všechny body pohybují po kružnicích, jejichž středy leží na ose otáčení, stejnou úhlovou rychlostí  $\omega$ .
- **Kinetickou energii tělesa určíme:**
  - $E_k = 1/2 * m * r * \omega^2$
- **moment setrvačnosti**  $\rightarrow J = m * r^2$ 
  - $[J] = \text{kg.m}^2$
- Koná-li těleso současně posuvný pohyb a otáčivý pohyb kolem osy procházející těžištěm tělesa, je kinetická energie dána součtem energie posuvného a otáčivého pohybu:  $E_k = 1/2 * m * v^2 + 1/2 * m * r * \omega^2$

# Potenciální (polohová) energie

- Potenciální energii mají tělesa, která jsou v silových polích jiných těles, mají ji také pružně deformovatelná tělesa.
  - a) **tíhová** – těleso v tíhovém poli země
  - b) **pružnosti** – pružně deformované těleso (stlačený míč, protažená pružina, prohnutá pružná deska)
- **ekvipotenciální plocha** – je ve všech svých bodech kolmá k siločárám elektrostatického pole, má všude stejný potenciál a nazývá se hladina stejného potenciálu
- Když padá HB volným pádem, urazí po svislé přímce dráhu  $s$  a tíhová síla  $F_G$  při tom vykoná práci:
  - $W = F_G * h$
  - $F_G = m * g$
- Na začátku pádu je HB ve výšce  $h_1$ , na konci ve výšce  $h_2$ . dráha  $s = h_2 - h_1$ . Práci vykonanou **tíhovou silou** je určen úbytek **tíhové potenciální energie** HB, který je určen jen hmotností, tíhovým zrychlením a počáteční a konečnou výškou. Tvar trajektorie na něj nemá vliv.
- **$W = E_{p2} - E_{p1} = m * g * h_2 - m * g * h_1 = m * g * (h_2 - h_1)$**
- V praxi je důležitá **tíhová potenciální energie**, kterou má těleso v tíhovém poli Země. Tato energie a její změny souvisí s prací, kterou vykoná tíhová síla při pohybu tělesa nebo HB.
- Chceme-li určit tíhovou **potenciální energii**  $E_p$ , pak musíme zvolit **nulovou hladinu potenciální energie**, kde je  $E_p = 0$ . Obvykle se spojuje s rovinou povrchu země.
- Ve výšce  $h$  nad zvolenou nulovou hladinou potenciální energie je tíhová potenciální energie HB o hmotnosti  $m$
- **Jednotka:**  $[E] = 1 \text{ J}$
- **$E_p = m * g * h$**
- **$W = m * g * h$**
- Působíme-li proti tíhové síle větší silou  $F$ , pak zvedneme těleso o výšku  $h$  a vykonáme práci
- Ta je rovna přírůstku tíhové potenciální energie tělesa.

## Energie pružnosti

- měříme mechanickou práci, kterou vykonají síly pružnosti deformovaného tělesa nebo vnější síly způsobující deformaci
- při protažení pružiny o délku  $s$  vykoná vnější síla  $F$  práci
  - $w = (1/2)k * s^2 = E_p$
- $k$  (=konstanta úměrnosti) vyjadřuje elastické vlastnosti pružiny a nazývá se tedy **tuhost pružiny** - jednotkou je  $N * m^{-1}$

## Konzervativní silové pole

- **Práce** závisí pouze na **počáteční a cílové poloze tělesa**, nikoliv na tvaru trajektorie.
- Příkladem tohoto typu pole je **gravitační pole**.

## Zákon zachování energie

- Při všech mechanických dějích v izolované soustavě těles se **mění potenciální energie v kinetickou energii** a naopak, přičemž celková mechanická energie je **konstantní**, tedy  $E = E_k + E_p = \text{konst.}$

## Vztah mezi změnou kin. energie a prací všech sil na ni působících

- $W = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$
- $\Delta E_k > 0 \dots E_{k2} > E_{k1} \dots W > 0 \rightarrow$  těleso práci koná, **Ek se zvýší**
- $\Delta E_k < 0 \dots E_{k1} > E_{k2} \dots W < 0 \rightarrow$  těleso práci nekoná, práci konají vnější síly nebo síly pole **Ek se sníží**
- Změna  $E_k$  je rovná práci, kterou vykoná výslednice sil.

## Vztah mezi úbytkem potenciální energie soustavy a prací sil daného (konzervativního) pole

- $E_p = m \cdot g \cdot h$
- $W = m \cdot g \cdot h = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$
- $W = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2$
- $m \cdot g \cdot h_1 \dots$   **$E_p$  tělesa ve stavu A**
- $m \cdot g \cdot h_2 \dots$   **$E_p$  tělesa ve stavu B**

## Vztah mezi celkovou mech. energií soustavy a prací všech vnějších sil a

## vnitřních nekonzervativních sil

- **Celková mechanická energie tělesa**, na které při pohybu působí jen tíhová síla je podél celé trajektorie **konstantní**.
- $E = E_k + E_p = (1/2)m * v^2 + m * g * h$