

Kinetická energie tuhého tělesa, moment setrvačnosti

Posuvný pohyb: všechny body tělesa se pohybují po trajektoriích stejného tvaru, stejné délky a se stejnou rychlostí. Kinetická energie celého tělesa:

$$E_k = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 + \dots + \frac{1}{2}m_nv^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2 + \dots + m_n)v^2$$

Součet hmotnosti všech hmotných bodů tělesa je celková hmotnost

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

Rotační pohyb: všechny body tělesa opisují kružnice, jejichž středy leží na ose otáčení tělesa. Úhlová rychlost všech bodů tuhého tělesa je stejná. Platí: $v = \omega r$

Kinetická energie celého tělesa je součtem kinetických energií všech bodů tělesa:

$$E_k = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 + \dots + \frac{1}{2}m_nv_n^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}m_1\omega^2r_1^2 + \frac{1}{2}m_2\omega^2r_2^2 + \dots + \frac{1}{2}m_n\omega^2r_n^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}\omega^2(m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + \dots + m_nr_n^2)$$

Zavedeme novou veličinu – **moment setrvačnosti**:

Značka: J

$$J = m_1r_1^2 + m_2r_2^2 + \dots + m_nr_n^2$$

Jednotka: $\text{kg}\cdot\text{m}^2$

Kinetická energie rotujícího tělesa:

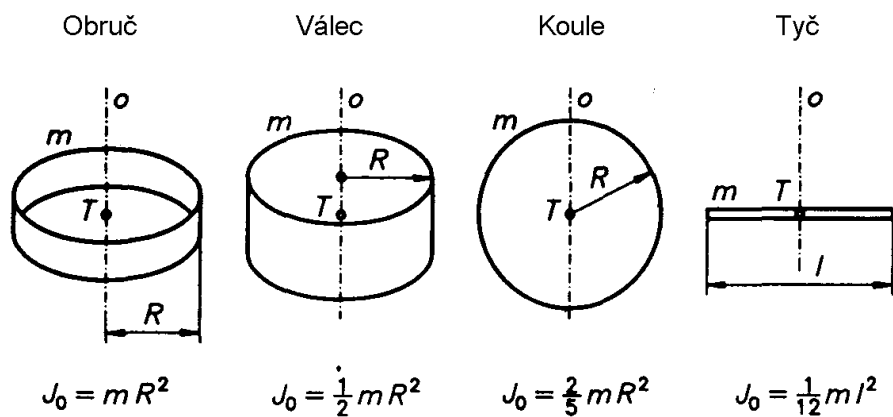
$$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2$$

Příklad: uč. str. 171: Dva hmotné body na koncích tenké tyče zanedbatelné hmotnosti. $l = 0,8 \text{ m}$, $m_1 = 0,3 \text{ kg}$, $m_2 = 0,1 \text{ kg}$, $\omega = 10 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Vypočítejte kinetickou energii soustavy

- když osa otáčení prochází těžištěm
- když osa otáčení prochází středem tyče

Vidíme, že moment setrvačnosti závisí na poloze osy otáčení. Moment setrvačnosti J_0 vzhledem k ose procházející těžištěm je vždy menší než moment setrvačnosti J vzhledem k rovnoběžné ose, která těžištěm neprochází.

Moment setrvačnosti J_0 vybraných stejnorodých těles:



Setrvačníky – viz LFy



Setrvačníky nejsou jen hračky – gyroskop v letadle, stabilizace družic, stabilizace výškových budov.

Koná-li těleso současně posuvný pohyb a otáčivý pohyb okolo osy procházející jeho těžištěm, je kinetická energie dána součtem energie posuvného a otáčivého pohybu:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} J_0 \omega^2$$