

## 1.7.12 Mechanika tuhého tělesa - shrnutí

**Předpoklady:** 010711

### Pomocí dvou vět

Tuhé těleso se může nejen posouvat, ale i otáčet. Tento otáčivý pohyb popisujeme pomocí veličin a zákonů analogických k zákonům používaným pro popis posuvného pohybu hmotného bodu.

### Důležité znalosti

posuvný pohyb	otáčivý pohyb
příčina změny pohybu: síla $F$ [N]	příčina změny pohybu: moment síly $M$ [N·m], $M = Fr \sin \alpha = Fd$
odpor ke změně přímočarého pohybu: hmotnost $m$ [kg]	odpor ke změně rotačního pohybu: moment setrvačnosti $J$ [kg·m <sup>2</sup> ], $J = mr^2$
1. Newtonův zákon: $F_v = 0$ , právě když je těleso v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém.	Momentová věta: $M_v = 0$ , právě když je těleso v klidu nebo v rovnoměrném otáčivém pohybu.

- Pevné těleso setrvává v klidu (a to je celá statika), právě když:
  - $F_v = 0$  (výsledná síla je nulová  $\Rightarrow$  těleso se nezačne posouvat),
  - $M_v = 0$  (výsledný moment je nulový  $\Rightarrow$  těleso se nezačne otáčet).
- Působíštěm gravitační (také dostředivé) síly je těžiště:  $x_T = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$ .
- Tři druhy rovnovážných poloh (stálá, volná, vratká).

### Kompletní přehled analogie normálních a otáčivých veličin

#### Kinematika (jak se to pohybuje)

normální veličiny	pojítka	úhlové veličiny
dráha $s$ [m]	$s = \varphi r$	úhel $\varphi$ [rad]
rychlost $v$ [m/s] $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$v = \omega r$	úhlová rychlost [rad/s] $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$
zrychlení $a$ [m/s <sup>2</sup> ] $a_t = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a_t = \varepsilon r$	úhlové zrychlení [rad/s <sup>2</sup> ] $\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
		<b>úhlové veličiny související s opakováním</b> (bez analogií u přímočarého pohybu)
		perioda $T$ [s] $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$
		frekvence $f = \frac{1}{T}$ [Hz] $\Rightarrow \omega = 2\pi f$

<b>rovnomořný pohyb</b>	<b>rovnomořný pohyb po kružnici</b>
$v = \text{konstanta}$	$\omega = \text{konstanta}$
$s = s_0 + vt$	$\varphi = \varphi_0 + \omega t$
<b>rovnomořně zrychlený pohyb</b>	<b>rovnomořně zrychlený pohyb po kružnici</b>
$a = \text{konstanta}$	$\varepsilon = \text{konstanta}$
$v = v_0 + at$	$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$
$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \varepsilon t^2$

### Dynamika (proč se to pohybuje)

<b>posuvný pohyb</b>	<b>otáčivý pohyb</b>
příčina změny pohybu: síla $F$ [N]	příčina změny pohybu: moment síly $M$ [N·m], $M = Fr \sin \alpha$
odpor ke změně přímočarého pohybu: hmotnost $m$ [kg]	odpor ke změně rotačního pohybu: moment setrvačnosti $J$ [kg·m <sup>2</sup> ], $J = mr^2$
1. Newtonův zákon: $F_v = 0$ , právě když je těleso v klidu nebo v pohybu rovnoměrném přímočarém.	Momentová věta: $M_v = 0$ , právě když je těleso v klidu nebo v rovnoměrném otáčivém pohybu.
2. Newtonův zákon: $a = \frac{F}{m}$	$\varepsilon = \frac{M}{J}$
„množství pohybu v tělese“: hybnost $p = mv$ [kg·m·s <sup>-1</sup> ]	„množství pohybu v tělese“: moment hybnosti $L = J\omega$ [kg·m <sup>2</sup> ·rad·s <sup>-1</sup> ]
Impulsová věta: $m \cdot \Delta v = F \cdot \Delta t$ .	$J \cdot \Delta \omega = M \cdot \Delta t$
Zákon zachování hybnosti: $m \cdot v = \text{konstanta}$	Zákon zachování momentu hybnosti: $J \cdot \omega = \text{konstanta}$
energie v pohybu tělesa: kinetická energie: $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ [J]	energie v otáčení tělesa: kinetická energie rotačního pohybu: $E_k = \frac{1}{2} J\omega^2$ [J]

### Dobré rady

- Pokud je páka v rovnováze, musí být výsledný moment nulový vůči libovolné ose (volíme pak takovou osu, která nejvíce usnadní výpočet, většinou tu, vůči které je moment jedné z hledaných sil nulový).
- Při hledání sil z podmínky nulové výslednice z nich sestavujeme trojúhelník (je-li pravoúhlý, řešíme pomocí goniometrických funkcí, je-li obecný, použijeme podobnost).

### Zádrhele

- Při určování rovnováhy si musíme vybrat osu podle konkrétního zadání, a ramena počítat z této osy.

---

**Shrnutí:** Otáčivý pohyb popisujeme pomocí veličin a zákonů analogických k zákonům používaným pro popis posuvného pohybu hmotného bodu.