

Základy biomechaniky

V. Pohyb cvičence z hlediska působících sil

Václav Bittner

Dynamický rozbor pohybu objektu

- Vycházíme z Newtonových pohybových zákonů
 - zákon setrvačnosti
 - zákon síly($F = m \cdot a$)
 - zákon akce a reakce
- Účinky síly na těleso
 - pohybové účinky
 - deformační účinky
- Silové interakce
 - přímým kontaktem (tlak, tah...)
 - pomocí silových polí (gravitační pole)

Základní dynamické veličiny (translace)

- Síla

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- Hybnost

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

- I. Impulsová věta

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}$$

Časová změna hybnosti tělesa je rovna výsledné síle působící na těleso.

Základní dynamické veličiny (rotace)

- Moment síly

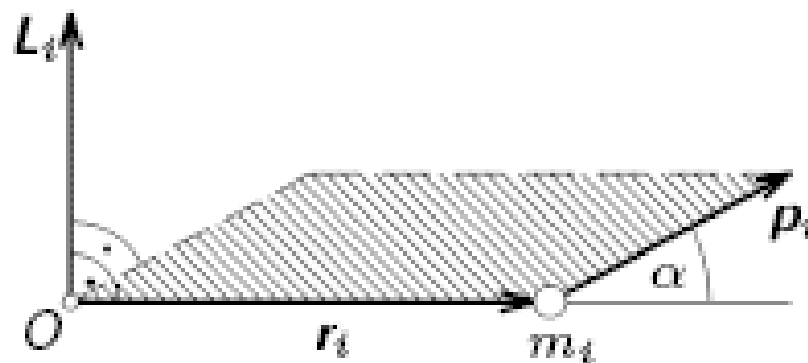
$$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r}$$

- Moment hybnosti

$$\vec{L} = \vec{p} \times \vec{r}$$

- II. Impulsová věta

$$\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} = \vec{M}$$



Časová změna momentu hybnosti tělesa vzhledem k libovolnému pevnému bodu je rovna výslednému momentu vnějších sil vzhledem k témuž bodu

Základní dynamické veličiny (rotace)

- Moment síly

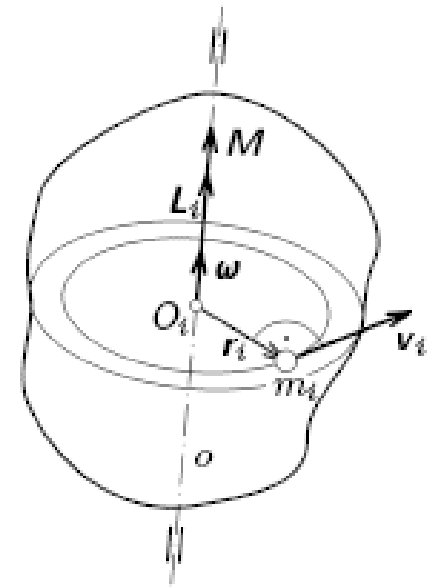
$$\vec{M} = \vec{F} \times \vec{r}$$

- Moment hybnosti vzhledem k nehybné ose

$$\vec{L} = \vec{p} \times \vec{r} \qquad L = \omega J \qquad J - \text{moment setrvačnosti}$$

- II. Impulsová věta vzhledem k nehybné ose

$$\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} = \vec{M} \qquad \vec{\varepsilon} J = \vec{M} \qquad \vec{\varepsilon} - \text{úhlové zrychlení}$$



Zákony zachování

- **Zákon zachování hybnosti**

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \quad \text{a} \quad \vec{F} = 0 \quad \text{pak}$$

$$\vec{p} = konst$$

$$\vec{v} = konst$$

- **Zákon zachování momentu hybnosti**

$$\frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t} = \vec{M} \quad \text{a} \quad \vec{M} = 0 \quad \text{pak}$$

$$\vec{L} = konst$$

vzhledem k pevné ose otáčení:

$$L = \omega J \quad \text{a} \quad J = konst \quad \text{pak}$$

$$\vec{\omega} = konst$$

Analogie translačního a rotačního pohybu

translační pohyb		rotační pohyb	
element dráhy	dr, ds	element úhlové dráhy	$d\varphi$
rychlost	$v = \frac{dr}{dt}$	úhlová rychlost	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$
zrychlení	$a = \frac{dv}{dt}$	úhlové zrychlení	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$
hmotnost	m	moment setrvačnosti	J
síla	F	moment síly	$M = r \times F$
hybnost	$p = mv$	moment hybnosti	$L = J\omega$
I. impulsová věta	$F = \frac{dp}{dt}$	II. impulsová věta	$M = \frac{dL}{dt}$
pohybová rovnice	$ma = F$	pohybová rovnice	$J\varepsilon = M$
element práce	$dW = F \cdot ds$	element práce	$dW = M \cdot d\varphi$
výkon	$P = F \cdot v$	výkon	$P = M \cdot \omega$
kinetická energie	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	kinetická energie	$E_k = \frac{1}{2}J\omega^2$