



Mechanika: pojmy a definice

- **Kinematika**
- **Dynamika**

- **Přímá úloha dynamiky** (určuje pohyb na základě znalosti sil)
- **Inverzní úloha dynamiky** (určuje síly na základě znalosti pohybu)

- **Tuhé těleso - Rigid body**
 - Těleso s konstantním objemem, které se při působení sil nedeformuje
 - Těžiště a stabilita polohy
 - Moment setrvačnosti (k: tyč 1/12, 1/3; válec 1/2; koule 2/5; kužel 3/10...)
 - Königova věta
 - Steinerova věta

- **Pohybové rovnice**
 - Soubor matematických vyjádření proměnných, které určují kinematiku a kinetiku systému
 - S výhodou se píšou k těžišti

Pohyb - kinematické veličiny

- Poloha (trajektorie) \leftrightarrow rychlost \leftrightarrow zrychlení

- Souvislost souřadnice a trajektorie – vztažný souřadný systém 
- Souvislost trajektorie, rychlosti a zrychlení 

- Pohyby
 - Základní (posuv, rotace)
 - Přímočarý rovnoměrný
 - Přímočarý zrychlený (rovnoměrně) 
 - Rotační rovnoměrný

 - Obecný (křivočarý)
 - Tečné a normálové složky rychlostí a zrychlení

Pohyb – dynamické veličiny


síla a její účinky

- Statické účinky (deformační)
- Dynamické účinky (pohybové – posuvné a rotační)

Posuvné účinky

- Rovnoběžné síly ležící na společné vektorové přímce
- Rovnoběžné síly ležící na různých vektorových přímkách
- Různoběžné síly
 - Síly se společným působištěm
 - Síly, které nemají společné působiště
- Rovnoběžné síly ležící na různých vektorových přímkách


Rotační účinky

- Moment 
- Dvojice sil

Časový účinek – impuls síly

Newtonovy pohybové zákony

1. zákon – zákon setrvačnosti, zákon zachování hybnosti

- Těleso bude setrvávat v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu s konstantní rychlostí, pokud na něj nebudou působit žádné vnější silové účinky. 

Když $F = 0$, pak $p = m \cdot v = \text{constant}$

Newtonovy pohybové zákony

2. zákon – zákon síly



- Těleso, na které působí vnější síly se bude pohybovat směrem jejich výslednice, a tato síla je rovna časové změně hybnosti (hybnost = hmotnost x rychlost).

$$F = k \frac{d(mv)}{dt} \quad \text{když } m = \text{const.} \quad F = ma = m \frac{dv}{dt} = m \frac{d^2 r}{dt^2}$$



Newtonovy pohybové zákony

3. zákon – zákon akce a reakce



- Dvě tělesa působí na sebe vzájemně silami tak, že tyto síly mají stejnou velikost a opačný směr. Silová akce jednoho tělesa na druhé vytvoří u druhého tělesa reakci o stejné velikosti, ale opačného směru.

$$F_{12} = -F_{21}$$

Newtonovy pohybové zákony

(4. zákon – zákon superpozice)

- Jestliže na těleso působí současně více sil, rovnají se silové účinky působení jediné síly, tzv. výslednice sil, která je rovna vektorovému součtu těchto sil.



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

Platnost Newtonových pohybových zákonů

□ **Inerciální soustava**

- tělesa se vůči sobě pohybují rovnoměrně přímočaře nebo jsou vůči sobě v klidu
- platí Newtonovy zákony
- platí mechanický princip relativity

□ **Neinerciální soustava**

- tělesa se vůči sobě pohybují s nenulovým zrychlením
- neplatí 1. a 3. Newtonův zákon
- 2. zákon lze použít – setrvačné síly
- neplatí mechanický princip relativity

□ **Příklady** (rozjezd výtahu, rozjezd vlaku)

□ **Odporové síly**

- odporové (prostředí, např. odpor vzduchu nebo viskózní efekty)
- smykové tření
- valivý odpor
- vláknové tření
- ...

Pohybové rovnice



- Pohybová rovnice pro střed hmotnosti (těžiště) tuhého tělesa s konstantní hmotností:

$$F = ma_{CM} = m \frac{d^2 r}{dt^2} = m \ddot{r}_{CM}$$

- rovnice pro **posuvný pohyb**

- F = působící síla
- r_{CM} = poloha těžiště
- m = hmotnost
- a_{CM} = zrychlení těžiště

$$M_{CMz} = I_{zz} \alpha_z$$

- rovnice pro **rotační pohyb**

- M = moment k těžišti
- I_{zz} = moment setrvačnosti
- α_z = úhlové zrychlení

Aplikace pohybových rovnic

ČÍST JAKO PRVNÍ



ČÍST JAKO ČTVRTÉ

□ Stupně volnosti $i = 3(n - 1) - 2(r + p + v) - 1o$

- Minimální počet kinematických proměnných (souřadnic) popisujících polohu a orientaci tělesa nebo soustavy těles v souřadnicovém systému (= počet pohybových rovnic)

■ 2D prostor: 3° volnosti → rovinná úloha

■ 3D prostor: 6° volnosti → prostorová úloha

ČÍST JAKO DRUHÉ

□ Mechanické vazby

- Snižují počet stupňů volnosti
- Nahrazují se reakcemi dle 3. NZ

ČÍST JAKO TŘETÍ

□ Silová a momentová rovnováha

2D problém



- Rovnice pro posuvný pohyb

$$F_x = ma_{CMx}$$

$$F_y = ma_{CMy}$$

- Rovnice pro rotaci

$$M_{CMz} = I_{zz} \alpha_z$$

- Počet stupňů volnosti: 3

3D problém



- Rovnice pro posuvný pohyb

$$F_x = ma_{CMx} \quad F_z = ma_{CMz} \quad F_y = ma_{CMy}$$

- Rovnice pro rotaci

$$M_{CMx} = I_{xx} \alpha_x$$

$$M_{CMy} = I_{yy} \alpha_y$$

$$M_{CMz} = I_{zz} \alpha_z$$

- Počet stupňů volnosti: 6