

Obsah

2	Dynamika	1
2.1	Síla	1
2.2	Interakce těles	1
2.2.1	Gravitace	1
2.2.2	Elektromagnetická síla	1
2.2.3	Slabé interakce	1
2.2.4	Silné interakce	1
2.3	Newtonovy zákony	2
2.3.1	První Newtonův zákon – zákon setrvačnosti	2
2.3.2	Druhý Newtonův zákon – zákon síly	2
2.3.3	Třetí Newtonův zákon – zákon akce a reakce	2
2.4	Hybnost	2
2.4.1	Zákon zachování hybnosti	3
2.4.2	Zákon zachování momentu hybnosti	3
2.5	Druhy sil	3
2.5.1	Dostředivá síla	3
2.5.2	Odstředivá síla	3
2.5.3	Setrvačná síla	4
2.5.4	Třecí síla	4

2 Dynamika

- část mechaniky, zabývající se příčinami pohybu těles

2.1 Síla

- značka \mathbf{F} , $[F] = \text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- vektorová veličina, míra vzájemného působení těles
- přímé měření siloměrem
- deformační a pohybové účinky

2.2 Interakce těles

- umožňují popsat všechny známé způsoby vzájemného silového působení částic a pole
- 4 základní síly
 - gravitace
 - elektromagnetická síla
 - slabá jaderná síla / slabé interakce
 - silná jaderná síla / silné interakce
- ostatní působení možno vyjádřit jako výsledek působení základní sil

2.2.1 Gravitace

- nejslabší interakce, nejdelší dosah
- univerzální působení na všechny látky a energie
- úměrná hmotnosti těles a klesá s kvadrátem vzdálenosti
- největší význam v makro-úrovni: pád těles, pohyb planet, černé díry...
- teoretickým nosičem graviton (nicméně nepotvrzen)

2.2.2 Elektromagnetická síla

- působení mezi elektricky nabitými částicemi
- tělesa v klidu – elektrostatická síla
- tělesa v pohybu – kombinace elektrické a magnetické síly
- relativně silná; od laserů a rozhlasu až po strukturu atomu kovů a duhu
- popsán Maxwellovými rovnicemi
- nosičem fotony

2.2.3 Slabé interakce

- působení na leptony a kvarky, jediná síla působící na neutrino (při zanedbání neměřitelné gravitační síly)
- umožňuje interakce leptonů a kvarků
- nosiči bosony W^\pm a Z

2.2.4 Silné interakce

- drží nukleony a kvarky u sebe v jádrech atomů
- udrží protony u sebe i přes elektromagnetické odpuzování
- nosiči gluony

2.3 Newtonovy zákony

- popis vztahu mezi pohybem těles a působícími silami v inerciální vztažné soustavě

2.3.1 První Newtonův zákon – zákon setrvačnosti

- „Jestliže na těleso nepůsobí žádné vnější síly, nebo výslednice sil je 0, pak těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu.“
- pokud na těleso nepůsobí síla nebo výslednice je nulová, pohybuje se těleso bez zrychlení
- inerciální vztažná soustava – izolovaná tělesa zůstávají v klidu / rovnoměrném přímočarém pohybu (platí I. Newtonův zákon)
- neinerciální vztažná soustava – neplatí I. NZ, tělesa zrychlují i bez působení sil

2.3.2 Druhý Newtonův zákon – zákon síly

- „Jestliže na těleso působí síla, pak se těleso pohybuje zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa.“
- obecněji – síla je rovna časové změně hybnosti

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt} = \dot{m}\mathbf{v} + m\dot{\mathbf{v}}$$

- za předpokladu neměnné hmotnosti $m = \text{konst}$ lze zjednodušit na

$$\mathbf{F} = m\dot{\mathbf{v}} = m\mathbf{a}$$

- síla je příčinou změny pohybu

2.3.3 Třetí Newtonův zákon – zákon akce a reakce

- „Proti každé akci vždy působí stejná reakce; jinak: vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany.“
- každá akce vyvolává stejně velkou opačnou reakci

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$$

- souhlasení se zákonem zachování hybnosti

$$\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21} \quad \mathbf{F} = \Delta \mathbf{p}$$

$$\Delta \mathbf{p}_{12} = -\Delta \mathbf{p}_{21}$$

$$\Delta \mathbf{p}_{12} + \Delta \mathbf{p}_{21} = 0 \Rightarrow \text{Celková hybnost se zachovává}$$

- příklad – zpětný ráz při střelbě

2.4 Hybnost

- značka \mathbf{p} , $[\mathbf{p}] = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- míra pohybu tělesa
- součin hmotnosti a rychlosti tělesa

$$p = m\mathbf{v}$$

- rovna impulsu síly (\mathbf{I} , $[\mathbf{I}] = \text{Ns}$) – časovému účinku síly

$$\mathbf{p} = \mathbf{I} = \mathbf{F} \Delta t$$

2.4.1 Zákon zachování hybnosti

- celková hybnost všech těles v izolované soustavě se zachovává

$$\sum_{i=1}^n \mathbf{p}_i = \mathbf{p} = \text{konst}$$

- příklad – při spalování paliva unikají tryskou plyny vysokou rychlostí \rightarrow pohyb rakety opačným směrem
- souvislost s III. NZ
- důležité při výpočtech pružných a nepružných srážek

2.4.2 Zákon zachování momentu hybnosti

- moment hybnosti – \mathbf{L} , $[\mathbf{L}] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
 - součin hybnosti a průvodiče hybnosti $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$
 - moment síly – derivace momentu hybnosti $\mathbf{M} = d\mathbf{L}/dt$
- zachování momentu hybnosti – v izolované soustavě se hodnota momentu hybnosti nemění

$$L = \text{konst}$$

- vyznám při rotačním pohybu tělesa

2.5 Druhy sil

- druhy sil
 - odporová síla
 - vztlaková síla
 - tření
 - dostředivá a odstředivá
 - setrvačná
 - van der Waalsovy síly
- druhy silových polí
 - gravitační pole – gravitační síla
 - elektromagnetické pole – elektrická a magnetická síla

2.5.1 Dostředivá síla

- síla působící na těleso při rotačním pohybu
- působí směrem do středu křivosti

$$F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

- způsobuje dostředivé zrychlení
- způsobuje změnu směru vektoru rychlosti \rightarrow zakřivení trajektorie \rightarrow pohyb po kružnici

2.5.2 Odstředivá síla

- 2 typy – reakce na dostředivou sílu nebo setrvačná odstředivá síla; obvykle mluvíme od druhém případě
- síla působící od středu křivosti
- zaváděna v neinerciální vztažné soustavě, není způsobena žádnou reálnou silou
- stejná velikost jako dostředivá síla
- způsobena setrvačností tělesa při pohybu rovně a působení dostředivé síly

2.5.3 Setrvačná síla

- síla působící proti směru pohybu
- v neinerciální vztažné soustavě
- nemá původ, pouze účinek
- Eulerova síla, odstředivá síla, Coriolisova síla

2.5.4 Třecí síla

- smyková třecí síla – síla působící proti pohybu mezi dvěma styčnými plochami těles
- nezáleží na styčné ploše, pouze na normálové síle F_N a činiteli smykového tření f

$$F_t = f F_N$$

- koeficient tření závislý na druzích povrchů, zjišťován experimentálně
- typy
 - tření v klidu / statické tření – tření vyvinuto na těleso v klidu
 - tření za pohybu – tření působící proti směru pohybu, menší než statické tření
- další typy
 - turbulentní tření – u kapalin
 - valivý odpor

Valivý odpor / valivé tření

- tření způsobeno valením po povrchu

$$F_t = \xi \frac{F_N}{r}$$

- ξ – koeficient valivého odporu
- r – poloměr valení