

2) Dynamika hmotného bodu

MECHANIKA

= Nejstarší obor fyziky

- Její základy vybuodovali Galileo Galilei a Isaac Newton
- Zabývá se studiem pohybů
- Rozdělení mechaniky:
 - o Kinematika = studuje a popisuje pohyby, zkoumá JAK se tělesa pohybují (nezajímá se o příčiny pohybu)
 - o **Dynamika = studuje příčiny pohybu**; zkoumá PROČ se tělesa pohybují

HMOTNÝ BOD

- Takové těleso, jehož rozměry jsou vzhledem k rozměrům zvolené vztažné soustavy zanedbatelné
- Důležitá pouze jeho hmotnost

SÍLA

- **Vektorová fyzikální veličina** (má velikost, směr a polohu působitě)
 $[F] = N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$
- **Účinky síly**
 - o **deformační** – mění se tvar tělesa
 - o **pohybové** – mění se pohybový stav tělesa (posuvný pohyb, otáčivý pohyb)
- **Působení:**
 - o **přímým stykem** (dotykové síly: třecí, odporová, tlaková, tahová, vztlaková)
 - o **na dálku** silovým poli (gravitační, magnetické, elektrické, elektromagnetické)

Moderní fyzika rozlišuje 4 síly: silná, slabá, gravitační a elektromagnetická.
- Galileo Galilei-Galileiho princip relativity
- Isaac Newton-3 pohybové zákony

1. NPZ-ZÁKON SETRVAČNOSTI

„Těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno vnějšími silami svůj stav změnit.“

- Nulové zrychlení ($a=0$), výslednice vnějších sil=0
- Platí pro **izolované těleso**
 - o nepůsobí na něho žádné vnější síly
 - o neexistuje (prakticky)
 - o model izolovaného tělesa = výslednice všech působících sil je nulová
- **Setrvačnost** = vlastnost izolovaného tělesa setrávat v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu
- Inerciální vztažná soustava

2. NPZ-ZÁKON SÍLY

„Jestliže na těleso působí síla, tak se těleso pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti tělesa“

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

\vec{F} výslednice všech působících sil

Plně naložený automobil se rozjíždí pomaleji (tedy s menším zrychlením) než tentýž automobil prázdný.

- **Začne-li na těleso působit síla, změní se jeho pohybový stav**
- Pokud \vec{F} stejný směr jako směr \vec{a} → zrychlený pohyb
- Pokud \vec{F} opačný směr jako směr \vec{a} → zpomalený pohyb
- Pokud směr \vec{F} kolmý na směr \vec{a} → pohyb zakřivený

3. NPZ-ZÁKON AKCE A REAKCE

„Každá akce vyvolá stejnou reakci opačného směru, aneb vzájemná silová působení dvou těles jsou stejně veliká a opačně orientovaná.“

- Silové působení mezi tělesy je vždy vzájemné
- Každá akce vyvolá stejně velkou opačně orientovanou reakci

$$\vec{F}_A = -\vec{F}_R \quad F_A = F_R$$

- Současně vznikají i zanikají
- **Výslednice sil neexistuje** (síly akce a reakce působí na různá tělesa, proto se ve svých účincích neruší)

HYBNOST

- Vektorová veličina, má stejný směr jako rychlost
- **Popisuje pohybový stav tělesa**

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

$$[p] = kg \cdot m \cdot s^{-1}$$

- Vyjádření hybnosti pomocí 2.NPZ: $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

IMPULS SÍLY

- Vektorová veličina, má stejný směr jako síla
- **Charakterizuje časový účinek síly na těleso**

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$[I] = N \cdot s \text{ (newtonsekunda} = kg \cdot m \cdot s^{-1})$$

ZÁKON ZACHOVÁNÍ HYBNOSTI

- Platí v izolované soustavě – na těleso nepůsobí žádné vnější síly
- Jednotlivé hybnosti se měnit můžou, avšak **součet hybností všech těles je stálý**

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots$$

- Platí zde i zákon zachování hmotnosti = celková hmotnost izolované soustavy těles je konstantní
Tryskami motoru rakety unikají velkou rychlostí plyny vzniklé spalováním pohonných látek-podle zákona zachování hybnosti je raketa uvedena do pohybu stejně velikého a opačného směru.

INERCIÁLNÍ VZTAŽNÁ SOUSTAVA

- Soustava, ve které **izolované těleso** (model izolovaného tělesa) **setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu**
- Platí zde zákon setrvačnosti
- Zemi a soustavu s ní spojenou lze považovat za inerciální (vzhledem k malé velikosti dostředivého zrychlení, s nímž se pohybuje Země kolem Slunce)
- Každá vztažná soustava, která je vzhledem k dané inerciální soustavě v klidu nebo v rovnoměrně přímočarém pohybu je také inerciální
- Např.: pokud se vagon pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem bez otřesů, tak cestující nepozná, zda vagon stojí nebo se pohybuje
- Jestliže ve vagonu necháme padat kuličku, bude volný pád stejný při rovnoměrném pohybu i při klidu → žádným pokusem nemůžeme v inerciální vztažné soustavě rozlišit klid a pohyb

NEINERCIÁLNÍ VZTAŽNÁ SOUSTAVA

- **Vzhledem k inerciální vztažné soustavě se pohybuje jinak, než pohybem rovnoměrně přímočarým**
- Změna pohybového stavu je zde vysvětlena setrvačnou silou F_s působící na těleso m

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

- Setrvačná síla není důsledkem vzájemného silového působení tělesa s jinými tělesy nebo silovými poli
- V NIS neplatí zákon setrvačnosti a pro setrvačnou sílu neplatí zákon akce a reakce
- Např.: rozjíždějící se autobus, ve kterém je kulička
 - o Z hlediska **vnějšího pozorovatele**:
 - Kulička **zůstává v klidu** a zadní stěna vozu se k ní přibližuje zrychlením a^{\rightarrow}
 - o Z hlediska **pozorovatele uvnitř** vozu:
 - Vůz zůstává v klidu a **kulička se rozjela** se zrychlením $-a^{\rightarrow}$ (a narazí na stěnu)

TŘECÍ SÍLA

- Mezi dvěma pevnými tělesy
- Směr proti pohybu tělesa
- $F = F_t \rightarrow$ rovnoměrný pohyb
- $F < F_t \rightarrow$ rovnoměrně zpomalený pohyb
- $F > F_t \rightarrow$ rovnoměrně zrychlený pohyb

- Závisí na:
 - o Materiálu
 - o Kvalita povrchu (čím drsnější → tím větší tření)
 - o Tlakové (normálové) síle kolmé k podložce (čím větší → tím větší tření)
 - o Rychlost (pouze při velkých rychlostech, kde se tření zmenšuje)
- **Nezávisí na ploše stykových ploch**
- Užitečné tření: pohodlná chůze, brzdění pohybu...
- Nežádoucí tření: brzdění pohybu, nežádoucí zahřívání částí strojů...
- Přítomnost kapalin snižuje třecí sílu

SMYKOVÉ TŘENÍ

- Při posouvání tělesa po povrchu jiného tělesa

$$F_t = f \cdot F_n$$

F_n kolmá tlaková/normálová síla na položku
 f součinitel smykového tření (bezrozměrné)

KLIDOVÉ (STATICKÉ) TŘENÍ

- **Největší** tření (např. stěhování nábytku)
- Vzniká **mezi tělesy**, která se **vzhledem k sobě nepohybují** (jsou v klidu)
- Speciální případ smykového tření

$$F_{t0} = f_0 \cdot F_n > F_t = f \cdot F_n$$

f_0 součinitel klidového tření (asi dvakrát větší než f)

VALIVÉ TŘENÍ (VALIVÝ ODPOR)

- **Při valivém pohybu kruhovitěho tělesa po pevné podložce**
- Nejmenší tření
- Proti pohybu vzniká brzdící odporová síla \vec{F}_v

$$\vec{F}_v = \xi \cdot \frac{F_n}{R}$$

(součinitel) ξ rameno valivého odporu (v metrech)
 R poloměr tělesa

DOSTŘEDIVÁ SÍLA (\vec{F}_d)

- Při rovnoměrném pohybu po kružnici mění vektor rychlosti neustále směr
- Hmotný bod má dostředivé zrychlení \vec{a}_d směrem do středu kružnice
- \vec{F}_d je kolmá k okamžité rychlosti, tedy směřuje do středu kružnice
- Pokud \vec{F}_d zanikne → smyk (auto v zatáčce)

$$\vec{F}_d = m \cdot \vec{a}_d = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\vec{a}_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$$

ω

úhlová rychlost

- (Horská dráha-otáčka o 360°-gravitace táhne vozík směrem dolů, hybnost tlačí vozík kupředu → dostředivá síla, která udržuje vozík po zakřivené dráze)