

1) Kinematika hmotného bodu

MECHANIKA

= Nejstarší obor fyziky

- Její základy vybudovali 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

ZÁKLADNÍ POJMY

Vztažná soustava

= soubor těles, která jsou vzájemně v klidu a vůči nimž pohyb popisujeme

- Klid nebo pohyb je proto vždy relativní – závisí na volbě vztažné soustavy
- *Na dálnici jede v pravém pruhu Škoda 120, v levém jede stejně velkou rychlostí Škoda Felicia. Felicia je vzhledem ke Škodě 120 v klidu, zatímco vzhledem ke stromům, stojícím podél dálnice, se pohybuje.*

Hmotný bod

= takové těleso, jehož rozměry jsou vzhledem k rozměrům zvolené vztažné soustavy zanedbatelné

- Důležitá pouze jeho hmotnost

Trajektorie

= souvislá čára, kterou hmotný bod při svém pohybu opisuje

- Přímočaré = přímka nebo část přímky
- Křivočaré = libovolná křivka

Dráha (s)

= délka trajektorie, kterou hmotný bod opíše za určitý čas

- Jednotka: m

Průměrná rychlost (v_p)

$$v_p = \frac{s}{t}$$

- s je celková dráha, kterou těleso urazilo za celkový čas t
- Skalární veličina (určená pouze svojí velikostí)
- Jednotka: $m \cdot s^{-1}$
- $1 m \cdot s^{-1} = 3,6 km \cdot h^{-1}$

Okamžitá rychlost ($v \rightarrow$)

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

- Změna dráhy za změnu času
- (Δt je velmi malé)
- Vektorová veličina (definována svojí velikostí a směrem)
- Jednotka: $m \cdot s^{-1}$
- Tachometr = měří velikost okamžité rychlosti (určuje ji jako průměrnou rychlost během 1 otočení kola)

DĚLENÍ POHYBŮ PODLE VELIKOSTI RYCHLOSTI

- 1) **Rovnoměrné** = hmotný bod urazí za stejné časové intervaly stejné úseky dráhy (velikost pohybu se nemění, okamžitá rychlost odpovídá průměrné rychlosti)

Průměrná rychlost:

$$v_p = \frac{s}{t}$$

Celková dráha:

$$s = vt$$

$$s = s_0 + vt$$

- 2) **Nerovnoměrné** = za daný čas urazíme jinou dráhu

ZRYCHLENÍ ($a \rightarrow$)

= změna rychlosti za čas

- Vektorová veličina

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t - t_0}$$

$\Delta \vec{v}$ změna vektoru rychlosti za čas Δt

\vec{v}_0 vektor počáteční rychlosti v čase t_0

\vec{v} vektor výsledné rychlosti po čase Δt , tedy v čase t

- Jednotka: $m \cdot s^{-2}$
- Pokud hmotný bod zrychluje: $v > v_0$ a $a > 0$
- Pokud hmotný bod zpomaluje: $v < v_0$ a $a < 0$
- Okamžité zrychlení často rozkládáme na tečné zrychlení a normálové zrychlení
- **1. tečné zrychlení**
 - o Leží na stejné vektorové přímce jako vektor okamžité rychlosti
 - o Vyjadřuje změnu velikosti rychlosti
 - o Je-li jeho velikost nulová, jedná se o pohyb rovnoměrný

- **2. normálové zrychlení**
 - o Je kolmé ke směru okamžité rychlosti
 - o Vyjadřuje změnu směru rychlosti
 - o Je-li jeho velikost nulová, jedná se o pohyb přímočarý
- Pro velikosti Pythagorova věta: $a^2 = a_t^2 + a_n^2$

ROVNOMĚRNĚ ZRYCHLENÝ PŘÍMOČARÝ POHYB

- 1. rovnoměrně zrychlený pohyb ($a > 0$) – vektor okamžitého zrychlení \vec{a} stejný směr jako je směr pohybu
- 2. rovnoměrně zpomalený pohyb ($a < 0$) – vektor okamžitého zrychlení \vec{a} proti směru pohybu (velikost vektoru není záporná! → znaménková dohoda)
- Velikost okamžité rychlosti hmotného bodu, který se pohybuje rovnoměrně zrychleným pohybem s počáteční rychlostí v_0 a se zrychlením a , se mění s časem podle vztahu:

$$v = v_0 + at$$

- Tento vztah lze odvodit přímo z definice velikosti zrychlení
- V tom případě se průměrná rychlost rovná aritmetickému průměru okamžitých rychlostí na začátku a na konci uvažované dráhy:

$$v_p = \frac{v_0 + v}{2} = v_0 + \frac{1}{2}at$$

- Touto průměrnou rychlostí urazí hmotný bod za čas t dráhu s :

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

VOLNÝ PÁD

- Zvláštní případ rovnoměrně zrychleného pohybu s **nulovou počáteční rychlostí**
- Těleso padá v blízkosti povrchu Země **bez odporu vzduchu**
- Rychlost dopadu, ani čas dopadu **není závislý na hmotnosti tělesa** → všechna tělesa tedy padají ve vakuu k Zemi stejnou rychlostí (v praxi nefunguje, na předmět působí ještě odporová síla vzduchu)
- Zrychlení = tíhové zrychlení \vec{g} , míří svisle dolů
- Velikost tíhového zrychlení je závislá na nadmořské výšce a na zeměpisné šířce → dohodou byla stanovena hodnota normálového tíhového zrychlení:

$$g_n = 9,806\ 65\ m \cdot s^{-2}$$

- Výška, ze které těleso padá:

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

- Rychlost dopadu:

$$v = gt$$

- Určení času pádu:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- Závislost rychlosti dopadu na výšce:

$$v = \sqrt{2gh}$$

SKLÁDÁNÍ POHYBŮ

- Pokud hmotný bod koná dva a více pohybů současně, je jeho výsledná poloha taková, jakoby vykonal jednotlivé pohyby v libovolném pořadí
- Výslednou polohu tělesa získáme **složením dílčích pohybů**
- Pohyby: sčítáme, odčítáme, použijeme Pythagorovu větu (kolmé pohyby)
- Příklad: člověk, který se pohybuje ve vlaku a my zjišťujeme jeho pohyb vzhledem k zemi

POHYB PO KRUŽNICI

= nejjednodušší příklad křivočarého pohybu

- Například: kolotoč, brusný kotouč, pohyb CD v mechanice, pohyb Země kolem vlastní osy i oběh kolem Slunce, ...
- Přejde-li hmotný bod z bodu A do bodu B, je opsán úhel φ
- Jednotka: rad (míra oblouková)
- Převod na stupňovou míru: $360^\circ = 2\pi \text{ rad}$

$$\varphi = \frac{s}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ rad}$$

ÚHLOVÁ RYCHLOST ($\vec{\omega}$)

- Vektorová veličina
- **Udává rychlost změny velikosti úhlu za jednotku času**

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

- Jednotka: $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
- Směr vektoru úhlového rychlosti
 - o Je kolmý k rovině kružnice
 - o Pravidlo pravé ruky – položíme-li prsty ke kružnici tak, aby ukazovaly směr vektoru rychlosti, pak vztyčený palec ukazuje směr vektoru úhlové rychlosti ($\vec{\omega}$)

ROVNOMĚRNÝ POHYB PO KRUŽNICI

- ω je konstantní
- Pohyb je periodický
- **Hmotný bod opíše kružnici vždy za stejný čas = oběžnou dobu (periodu) T**
- Perioda = doba, za kterou hmotný bod pohybující se po kružnici, vykoná právě jednu otáčku

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

- Frekvence = počet otáček za jednotku času

$$\omega = 2\pi f$$

OBVODOVÁ RYCHLOST

$$v = \omega r$$

- Přímě úměrná úhlové rychlosti
- Čím dále těleso od středu, tím rychlost vyšší

DOSTŘEDIVÉ ZRYCHLENÍ

= normálové zrychlení, které je kolmé na směr pohybu (míří do středu kružnice)

- Při rovnoměrném pohybu po kružnici:
 - o Tečné zrychlení hmotného bodu je nulové (nemění se velikost rychlosti)
 - o Normálové zrychlení nulové není (mění se směr rychlosti)

$$a_d = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r$$

SLOVNÍ ÚLOHY O POHYBU

- Střetnutí: $s = s_1 + s_2$
- Dohánění: $s_1 = s_2$