

Kinematika - Teoretický přehled

Fyzika - opakování a prohloubení

1 Základní pojmy

1.1 Pohyb

Definice:

Pohyb je změna polohy tělesa vůči zvolenému vztažnému systému v čase.

Druhy pohybu:

- **Přímočarý** - trajektorie je přímka
- **Křivočarý** - trajektorie je křivka
- **Rovnoměrný** - rychlost je konstantní
- **Nerovnoměrný** - rychlost se mění

1.2 Dráha a posunutí

Dráha (s):

- **Skalární** veličina
- Délka trajektorie, kterou těleso urazilo
- Jednotka: m (metr)

Posunutí (\vec{r}):

- **Vektorová** veličina
- Přímá vzdálenost mezi počáteční a koncovou polohou
- Jednotka: m (metr)

1.3 Rychlost

Průměrná rychlost:

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

Okamžitá rychlost:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$$

Jednotka: m/s (metr za sekundu)

1.4 Zrychlení

Definice:

Zrychlení je změna rychlosti v čase.

Rovnice:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t}$$

Jednotka: m/s² (metr za sekundu na druhou)

2 Rovnoměrný přímočarý pohyb

2.1 Základní rovnice

Dráha:

$$s = v \cdot t$$

Rychlost:

$$v = \text{konstantní}$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
s	Dráha	m
v	Rychlost	m/s
t	Čas	s

Grafické znázornění:

- **Graf $s(t)$:** Přímka procházející počátkem (při $s_0 = 0$)
- **Graf $v(t)$:** Vodorovná přímka (konstantní rychlost)
- **Graf $a(t)$:** Nulová hodnota (žádné zrychlení)

3 Rovnoměrně zrychlený pohyb

3.1 Kinematické rovnice

Rychlost:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Dráha (se začáteční rychlostí):

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}a \cdot t^2$$

Dráha (bez času):

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot s$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
v	Koncová rychlost	m/s
v_0	Počáteční rychlost	m/s
a	Zrychlení	m/s ²
t	Čas	s
s	Dráha	m

Grafické znázornění:

- Graf $s(t)$: Parabola
- Graf $v(t)$: Přímka se sklonem a
- Graf $a(t)$: Vodorovná přímka (konstantní zrychlení)

3.2 Speciální případy

Rozjezd z klidu ($v_0 = 0$):

$$s = \frac{1}{2}a \cdot t^2$$

$$v = a \cdot t$$

$$v^2 = 2a \cdot s$$

Brzdění do zastavení ($v = 0$):

$$0 = v_0 + a \cdot t \quad \Rightarrow \quad t = -\frac{v_0}{a}$$

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}a \cdot t^2 = \frac{v_0^2}{2|a|}$$

4 Volný pád

4.1 Základní rovnice

Výška:

$$h = \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

Rychlost:

$$v = g \cdot t$$

Rychlost bez času:

$$v^2 = 2g \cdot h$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
h	Výška	m
v	Rychlost	m/s
g	Gravitační zrychlení	m/s ²
t	Čas	s

Fyzikální význam:

- Volný pád je speciální případ rovnoměrně zrychleného pohybu
- Zrychlení $a = g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (na Zemi)
- Zanedbáváme odpor vzduchu

5 Vrh

5.1 Svislý vrh vzhůru

Výška:

$$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

Rychlost:

$$v_y = v_0 - g \cdot t$$

Maximální výška:

$$h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Doba výstupu (do maximální výšky):

$$t_{max} = \frac{v_0}{g}$$

Doba letu (celková):

$$t_{celk} = \frac{2v_0}{g}$$

5.2 Vodorovný vrh

Vodorovná složka:

$$x = v_0 \cdot t$$

$$v_x = v_0 = \text{konstantní}$$

Svislá složka:

$$y = -\frac{1}{2}g \cdot t^2$$

$$v_y = -g \cdot t$$

Trajektorie:

$$y = -\frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$$

(parabola)

Dopad na zem (z výšky h):

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

$$x = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

5.3 Vrh šikmo vzhůru

Rozklad počáteční rychlosti:

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha$$

Pohybové rovnice:

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

Trajektorie:

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Dosah (R):

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Maximální výška:

$$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Doba letu:

$$t_{celk} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
v_0	Počáteční rychlost	m/s
α	Úhel vrhu	° nebo rad
v_x, v_y	Složky rychlosti	m/s
R	Dosah	m
h_{max}	Maximální výška	m

6 Pohyb po kružnici

6.1 Základní veličiny

Úhlová rychlost:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{\varphi}{t}$$

Obvodová rychlost:

$$v = \omega \cdot r = \frac{2\pi r}{T}$$

Perioda:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f}$$

Frekvence:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Popis veličin:

Veličina	Popis	Jednotka
ω	Úhlová rychlost	rad/s
v	Obvodová rychlost	m/s
r	Poloměr	m
T	Perioda	s
f	Frekvence	Hz
φ	Úhel	rad

6.2 Dostředivé zrychlení a síla

Dostředivé zrychlení:

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

Dostředivá síla:

$$F_d = m \cdot a_d = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 \cdot r$$

Fyzikální význam:

- Dostředivé zrychlení směřuje k středu kružnice
- Dostředivá síla je výslednice všech sil, které udržují těleso na kruhové dráze
- Tato síla neprovádí práci (je kolmá na rychlost)

7 Převody jednotek rychlosti

7.1 Základní převody

km/h m/s:

$$1 \text{ km/h} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s} \approx 0,278 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

Praktický vzorec:

$$v[\text{m/s}] = \frac{v[\text{km/h}]}{3,6}$$

$$v[\text{km/h}] = v[\text{m/s}] \times 3,6$$

7.2 Příklady převodů

km/h	m/s	Poznámka
36	10	Běžná rychlost ve městě
50	13,9	Rychlost ve městě
90	25	Rychlost mimo obec
130	36,1	Maximální rychlost na dálnici
360	100	Vysoká rychlost

8 Fyzikální konstanty

Konstanta	Symbol	Hodnota	Jednotka
Gravitační zrychlení (Země)	g	9,81	m/s ²
Gravitační zrychlení (Měsíc)	g_M	1,62	m/s ²
Rychlost světla ve vakuu	c	299 792 458	m/s
Rychlost zvuku ve vzduchu (20°C)	v_{zvuk}	343	m/s

9 Souhrn jednotek v SI

Veličina	Jednotka SI	Další jednotky	Převody
Dráha, posunutí	m (metr)	km, cm, mm	1 km = 1000 m
Rychlost	m/s	km/h	1 m/s = 3,6 km/h
Zrychlení	m/s ²	-	-
Čas	s (sekunda)	min, h	1 h = 3600 s
Úhel	rad (radián)	° (stupeň)	1 rad = 57,3°
Úhlová rychlost	rad/s	°/s, ot/min	1 ot/min = 0,105 rad/s
Frekvence	Hz (Hertz)	ot/min	1 Hz = 1/s
Perioda	s (sekunda)	min	T = 1/f

Poznámky

- **Trajektorie:** Křivka, po které se těleso pohybuje
- **Vztažný systém:** Soustava souřadnic, vůči které měříme pohyb
- **Vektor vs. skalár:** Vektor má velikost i směr (posunutí, rychlost, zrychlení), skalár má jen velikost (dráha, rychlost v absolutní hodnotě, čas)
- **Pohyb je relativní:** Závisí na volbě vztažného systému (v jednom může být těleso v klidu, v jiném se pohybuje)
- **Grafická analýza:** Z grafu $s(t)$ lze určit rychlost (směrnice tečny), z grafu $v(t)$ lze určit zrychlení (směrnice) a dráhu (obsah pod křivkou)
- **Optimální úhel vrhu:** Pro maximální dosah je optimální úhel 45° (při vrhu ze stejné výšky na stejnou výšku)
- **Kruhový pohyb:** I při konstantní velikosti rychlosti se mění směr \rightarrow existuje zrychlení (dostředivé)