Úvod

1 Převody jednotek

Násobky a díly jednotek:

piko	p	10^{-12}
nano	n	10^{-9}
mikro	µ	10^{-6}
mili	m	10^{-3}
centi	c	10^{-2}
deci	d	10^{-1}
deka	da	10^{1}
hekto	h	10^{2}
kilo	k	10^{3}
mega	M	10^{6}
giga	G	10^{9}
tera	T	10^{12}

Ve fyzice se při výpočtech dorozumíváme pomocí zápisů obsahujících **značku fyzikální veličiny**, **číselnou hodnotu** a **značku jednotky**. Např:

$$t = 16\,\mathrm{s}\,.$$

V tištěném textu píšeme značku fyzikální veličiny *kurzivy,* značku jednotky stojatým písmem.

Vzpomeňte si také na to, že jednotky (v hranatých závorkách) dělíme na:

- **Základní,** to jsou *s* [m], *t* [s], *m* [kg], *I* [A], *T* [K], *n* [mol], *I* [cd].
- **Doplňkové** jsou α [rad], Ω [sr].
- **Odvozené** jsou jednotky odvozené ze základních, např: v (m/s).
- **Vedlejší** jako například hektar *S* [ha].

Informace o jednotkách píšeme obvykle do hranatých závorek.
Pro převody jednotek využíváme násobků a dílů jednotek. Pak jednoduše převádíme:

15 g = 0,015 kg.

Nepatrně náročnější jsou převody ve jmenovateli a třeba současně v čitateli:

$$6\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = 6\cdot\frac{10^{-3}}{10^{-6}}\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 6000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}.$$

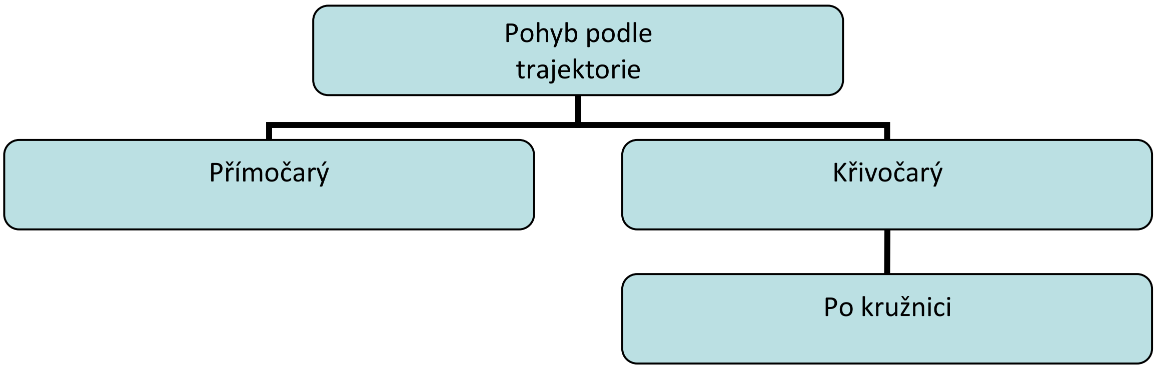
Vektorové a skalární fyzikální veličiny

Základy vektorového počtu si nastudujte z některe knihy uvedene mezi doporučenou literaturou v závěrečné části skript (například zdroje 1, 2, 3, 6).

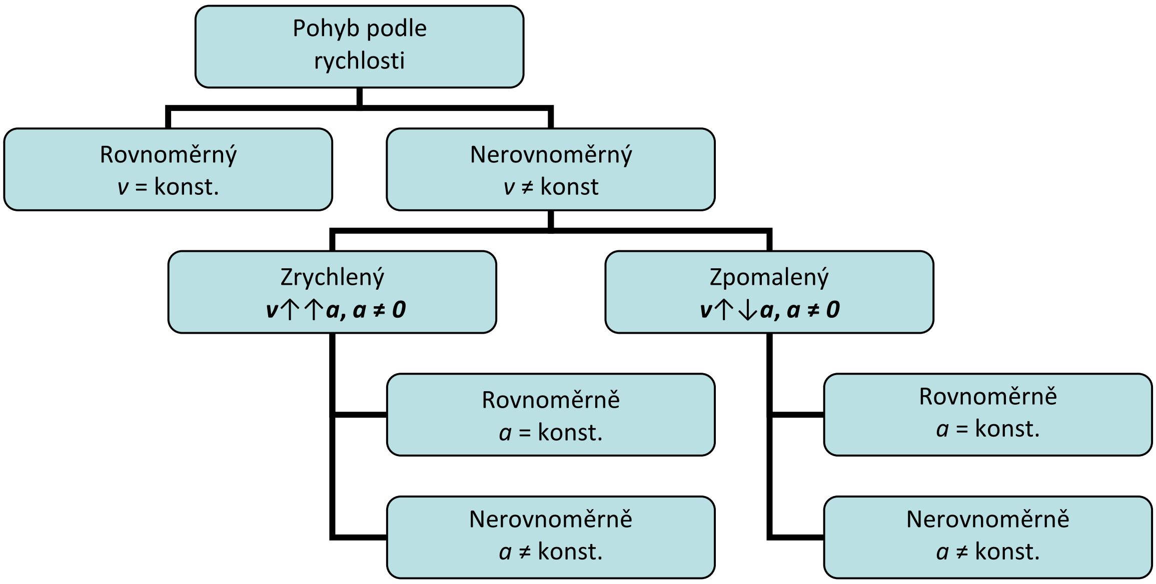
MECHANIKA

Kinematika

Rozdělení pohybů z hlediska tvaru trajektorie:



Rozdělení pohybů z hlediska rychlosti:



Vzorce pro výpočet kinematických veličin ve fyzice

Rovnoměrný pohyb (*v* = konst)

	Pohyb po přímce	Pohyb po kružnici	Jednotka
dráha	$s = s_0 + vt$, $\Delta s = v\Delta t$	$s = \phi r$, $\Delta s = r\Delta\phi$	(m)
úhlová dráha, úhel	-	$\phi = \phi_0 + \omega t$ $\Delta\phi = \omega\Delta t = \Delta s/r$	(-, rad)
rychlost	$v = \Delta s/\Delta t$	$v = \omega r$	(m/s)
úhlová rychlost	-	$\omega = \Delta\phi/\Delta t = 2\pi f = 2\pi/T$	(rad/s)
zrychlení (tečné)	$a = 0$	$a_t = 0$	(m/s^2)
zrychlení normálové (dostředivé)	$a = 0$	$a_d = v^2/r = \omega^2 r = \omega v$	(m/s^2)
úhlové zrychlení	-	$\varepsilon = 0$	(rad/s^2)

Zrychlený (zpomalený) pohyb (*a* = konst, a < 0, a > 0)

	Pohyb po přímce	Pohyb po kružnici	Jednotka
dráha	$s = s_0 + v_0 t + at^2/2$, $\Delta s = v\Delta t + a(t_2^2 - t_1^2)/2$	$s = \phi r$, $\Delta s = r\Delta\phi$	(m)
úhlová dráha, úhel	-	$\phi = \phi_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2/2$ $\Delta\phi = \omega_0\Delta t + \varepsilon(t_2^2 - t_1^2)/2$	(-, rad)
rychlost	$v = \mathrm{d}s/\mathrm{d}t$, $v = v_0 + at$, $\Delta v = a\Delta t$. Prům. za Δt: $v_p = \Delta s/\Delta t$	$v = \omega r$	(m/s)
úhlová rychlost	-	$\omega = \mathrm{d}\phi/\mathrm{d}t$, $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ $\Delta\omega = \varepsilon\Delta t$, Prům. za Δt: $\omega_p = \Delta\phi/\Delta t$	(rad/s)
zrychlení (tečné)	$a = \Delta v/\Delta t$	$a_t = \Delta v/\Delta t$	(m/s^2)
zrychlení normálové (dostředivé)	$a = 0$	$a_d = v^2/r = \omega^2 r = \omega v$	(m/s^2)
úhlové zrychlení	-	$\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t$	(rad/s^2)

Obecně všechny pohyby a zrychlený (zpomalený) pohyb (*a* ≠ konst)

	Pohyb po přímce	Pohyb po kružnici	Jednotka
dráha	$s = \int v\mathrm{d}t$, $\Delta s = \int_{t1}^{t2} v\mathrm{d}t$	$s = \phi r$, $\Delta s = r\Delta\phi$	(m)
úhlová dráha, úhel	-	$\phi = \int\omega\mathrm{d}t$ $\Delta\phi = \int_{t1}^{t2}\omega\mathrm{d}t$	(-, rad)
rychlost	$v = \mathrm{d}s/\mathrm{d}t$, $v = \int a\mathrm{d}t$ $\Delta v = \int_{t1}^{t2} a\mathrm{d}t$. Prům. za Δt: $v_p = \Delta s/\Delta t$	$v = \omega r$	(m/s)
úhlová rychlost	-	$\omega = \mathrm{d}\phi/\mathrm{d}t$, $\omega = \int\varepsilon\mathrm{d}t$ $\Delta\omega = \int_{t1}^{t2}\varepsilon\mathrm{d}t$ Prům. za Δt: $\omega_p = \Delta\phi/\Delta t$	(rad/s)
zrychlení (tečné)	$a = \mathrm{d}v/\mathrm{d}t$ Prům. za Δt: $a_p = \Delta v/\Delta t$	$a_t = \mathrm{d}v/\mathrm{d}t$	(m/s^2)
zrychlení normálové (dostředivé)	-	$a_d = v^2/r = \omega^2 r = \omega v$	(m/s^2)
úhlové zrychlení	-	$\varepsilon = \mathrm{d}\omega/\mathrm{d}t$ Prům. za Δt: $\varepsilon_p = \Delta\omega/\Delta t$	(rad/s^2)

Δ … měřitelný rozdíl (řecké písmeno „delta“)
d … diferenciál (neměřitelný rozdíl)
$\int$ … neurčitý intergrál
$\int_{t1}^{t2}$ … určitý integrál pro časové meze
x_p … průměrná hodnota veličiny *x* za dobu Δt
r … poloměr (m)
t … čas (s)
f … frekvence (Hz)
T … perioda, doba kmitu (s)

Dynamika

Newtonovy zákony

1. Newtonů zákon – zákon setrvačnosti:

Těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, dokud není donuceno vnější silou tento stav změnit.

2. Newtonův zákon – zákon síly:

$F = ma$ nebo $F = \mathrm{d}p/\mathrm{d}t$,

kde F (N) je síla, m (kg) hmotnost, a ($\mathrm{m \cdot s^{-2}}$) zrychlení, p (N·s) hybnost a t (s) čas.

3. Newtonův zákon – zákon akce a reakce:

Každá síla akce vyvolá stejně velikou sílu reakce opačného směru.

(Síly akce a reakce současně vznikají a současně zanikají, proto je jedno, kterou nazveme akcí a kterou reakcí). Každá z těchto sil působí na jiné těleso, proto je není možné při vyšetřování změn pohybového stavu těles sčítat).

Setrvačná síla

Inerciální soustava – prostor, který se pohybuje rovnoměrným přímočarým pohybem nebo je v klidu. Platí v něm Newtonovy zákony.

Neinerciální soustava – prostor, který zrychluje (projíždí zatáčkou, zrychluje nebo brzdí). Neplatí v něm Newtonovy zákony, neboť se v něm objevuje síla navíc – setrvačná síla $F_s = -ma$.

Posuvný pohyb

Hybnost a impuls síly

Z druhého newtonova zákona lze odvodit dvě užitečné veličiny: hybnost p ($\mathrm{kg \cdot m \cdot s^{-2}}$) a impuls síly I (N·s).

$F = ma$

$F = m\mathrm{d}v/\mathrm{d}t$

$$\underbrace{F\mathrm{d}t}_{\text{IMPULS SÍLY}} = \underbrace{m\mathrm{d}v}_{\text{HYBNOST}}$$

V nejčastějším případě platí pro rychlost:

$$\Delta v = \frac{1}{m}\int_{t1}^{t2} F\mathrm{d}t$$

Pro případ konstatní síly (a hmotnosti) platí:

$F\Delta t = m\Delta v$

Pohybová rovnice posuvného pohybu

Součet všech sil působících na těleso v daném směru se rovná *ma*:

$$\sum_{i=1}^{n} F_i = ma$$

- Speciální síly v mechanice
  - Gravitační, $F_g = \kappa Mm/r^2$
  - Tíhová, Tíha, $F_G = mg$, $G = mg$
  - Pružnosti, $F_p = -kx$
  - Setrvačná, $F_s = -ma$
    - Odstředivá, $F_{od} = = mv^2/r$
    - Koriolisova, $F_K = -2mv\omega \cdot \sin(\alpha)$
  - Dostředivá, $F_{do} = -mv^2/r$
  - Působící proti pohybu
    - Třecí, $F_t = fF_n$
    - Válivá odporová, $F_o = \xi F_n/r$

Rotační pohyb

Moment síly

Momentem síly M rozumíme otáčivý účinek síly:

$M = F \cdot r \cdot \sin\alpha$, (jednotka N·m, nikdy ne Joule)

kde F je síla působící na rameni r a α je úhel mezi silou a ramenem.

Pohybová rovnice rotačního pohybu

Analogicky k pohybové rovnici posuvného pohybu existuje pohybová rovnice pro rotační pohyb, která říká, že pro vyšetřování pohybového stavu rotujícího tělesa je potřeba započítat všechny momenty sil, které na toto těleso působí:

$$\sum_{i=1}^{n} M_i = J\varepsilon$$

kde J je moment setrvačnosti pro odpovídající rotační osu a ε úhlové zrychlení vzhedem k této ose.

Moment setrvačnosti
Při popisu rotačního pohybu si nevystačíme s termínem hmotnost tělesa, ale je potřeba zavést novou veličinu – moment setrvačnosti J ($kg \cdot m^2$), který je sice analogií hmotnosti u posuvného pohybu, ale respektuje navíc rozložení hmoty okolo osy rotace.

$$J = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2$$

kdy m_i jsou elementy hmoty tělesa ve vzdálenosti r_i od osy rotace.

Momenty setrvačnosti pro jednoduché geometrické útvary jsou:

koule	$J = 2mr^2/5$
válec - vhledem k ose rotace	$J = mr^2/2$
tyč - vzhledem k ose kolmé na tyč na jejím konci	$J = ml^2/3$
tyč - vzhledem k ose kolmé na tyč (osa prochází těžištěm tyče)	$J = ml^2/12$
hmotný bod na kružnici	$J = mr^2$

poznámka: m je hmotnost celého tělesa, r jeho polomě a l jeho délka.

Steinerova věta
Moment setrvačnosti tělesa vzhledem k libovolné paralerní ose J k ose procházející těžištěm J_0 je:
$J = J_0 + md^2$
kde m je hmotnost tělesa a d vzdálenost mezi těmito osami.

Moment hybnosti

Moment hybnosti rotujicího tělesa je obecně definovan vyrazem

$L = J\omega$

kde J je moment setrvačnosti tělesa a ω jeho úhlová rychlost (rad/s).

Zákon zachování momentu hybnosti
Při rotačních pohybech se nezachovává kinetická energie, ale moment hybnosti. Ten může být definován dvěmi způsoby:

Pro hmotný bod pohybující se po kružnici:
$p_1 r_1 = p_2 r_2$

nebo

$m_1 v_1 r_1 = m_2 v_2 r_2$

Pro rotující tělesa:

$J_1 \omega_1 = J_2 \omega_2$

kde p jsou hybnosti, r poloměry trajektorie, m hmotnosti, J momenty setrvačnosti, ω úhlové rychlosti a v rychlosti pohybu tělesa.

Mechanická práce posuvného pohybu je definována výrazem

$$\Delta W = \int_{s1}^{s2} F \mathrm{d}s \quad \text{(J)}$$

v případě konstantní síly

$\Delta W = F\Delta s$

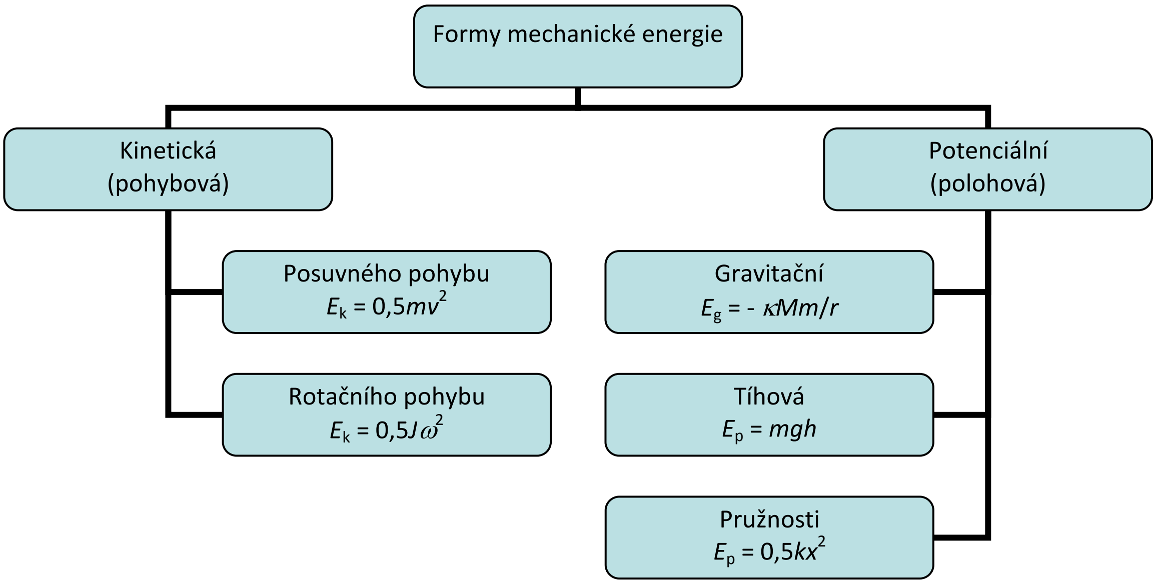
kde F (N) je síla působící ve směru posunutí a s (m) je dráha.

Pro rotační pohyb platí analogicky:

$$\Delta W = \int_{\varphi 1}^{\varphi 2} M \mathrm{d}\varphi \quad \text{(J)}$$

$\Delta W = M\Delta\varphi$

kde M (N·m) je moment síly a φ (rad) úhel.



Výkon

je u posuvného pohybu definován vztahem

$P = \mathrm{d}W/\mathrm{d}t = F\mathrm{d}s/\mathrm{d}t = Fv$

při rotačním pohybu

$P = \mathrm{d}W/\mathrm{d}t = M\mathrm{d}\varphi/\mathrm{d}t = M\omega$

Účinnost η (–) vyjadřuje poměr výkonu a příkonu a udává se často v procentech.

Doporučená literatura

1) Mechlová E., Košťál K. a kol.: Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz. Prometheus Praha 1999.
2) Lepil, O.: Malý lexikon fyziky. Prometheus, Praha 1995.
3) Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. Prometheus, Praha 1996.
4) Lepil O. a kol.: Fyzika: sbírka úloh pro střední školy. Prometheus, Praha 1995. (obsahuje CD s řešením příkladů – doporučuji primárně nepoužívat).

Další literatura (obsahově bohatší):
5) Horák, Z., Krupka, F.: Fyzika (svazky 1 a 2). SNTL/ALFA, Praha 1976.
6) Halliday D., Resnick R., Walker J.: Fyzika: vysokoškolská učebnice fyziky (části 1, 2, 3, 4, 5). VUTIUM, Brno 2000.
7) Brož J., Roskovec V., Valouch M.: Fyzikální a matematické tabulky. SNTL, Praha 1980.

Pokročilá doporučená literatura:
8) Feynman R. P., Leighton R. B., Sands M.: Feynmanovy příklady z fyziky s řešenými příklady 1, 2, a 3. Fragment, Havlíčkův Brod 2000.
9) Beiser, A.: Úvod do moderní fyziky. Academia, Praha 1978.
10) Kittel, Ch.: Úvod do fyziky pevných látek. Academia, Praha 1985.

Populárně-vědecká literatura:
11) Feynman R. P.: Radost z poznání. Aurora, Praha 2003.
12) Feynman R. P.: Snad ti nedělají starosti cizí názory. Aurora, Praha 2009.
13) Feynman R. P.: To snad nemyslíte vážně, pane Feynmane. Aurora, Praha 2001.
14) Einstein, A.: Jak vidím svět. Nakladatelství lidové noviny, Praha 1993.
15) Einstein, A.: Teorie relativity a jiné eseje. Pragma, Praha 2000.