

# FYZIKÁLNÍ VELIČINY A JEDNOTKY

## Obsah

Definice fyzikální veličiny .....	1
Jednotka fyzikální veličiny .....	1
Mezinárodní soustava jednotek .....	2
Základní jednotky (a veličiny) .....	2
Odvozené jednotky .....	2
Násobné a dílčí jednotky .....	2
Vedlejší jednotky .....	3
Rozměr (dimenze) fyzikální veličiny .....	3
Příklad .....	3
Fyzikální rovnice .....	3
Rozměrová zkouška fyzikální rovnice .....	4
Příklad .....	4

## Definice fyzikální veličiny

Fyzikální vlastnosti, stavy a změny v přírodě, které je možno změřit a následně vyjádřit číselnou hodnotou, vyjadřujeme **fyzikálními veličinami** (např. objem, hmotnost, teplota, elektrické napětí, ...).

Abychom se v jednotlivých fyzikálních veličinách dobře orientovali, používáme **smluvené značky** pro jednotlivé fyzikální veličiny: objem  $V$ , hmotnost  $m$ , teplota  $T$ , rychlost  $v$ , elektrický náboj  $Q$ , síla  $F$ , ... Značky vznikly většinou jako první písmeno z anglického názvu příslušné fyzikální veličiny.

## Jednotka fyzikální veličiny

Měřit fyzikální veličinu znamená určit její hodnotu. Tu určíme tak, že ji porovnáme s určitou předem smluvenou hodnotou veličiny téhož druhu, kterou zvolíme za měřicí **jednotku (jednotku fyzikální veličiny)**. Tato jednotka představuje stálou a pevnou hodnotu veličiny, s níž potom porovnáme veličiny téhož druhu. Výsledkem porovnání měřené fyzikální veličiny se zvolenou měřicí jednotkou je číselná hodnota. Číselná hodnota fyzikální veličiny udává, kolikrát je hodnota měřené veličiny větší než zvolená měřicí jednotka.

Ve skutečnosti je to jednodušší, než jak to vypadá! Např. měřicí jednotka délky je metr. 1 metr je přitom přesně definován a je neměnný. Budeme-li chtít určit délku stolu, vezmeme délkové měřidlo (truhlářský dvoumetr). A na něm po přiložení ke stolu přečteme, že stůl je dlouhý 1,5 metru. A to je číselná hodnota fyzikální veličiny délka; tato číselná hodnota říká, že délka stolu je 1,5krát větší než jeden metr (měřicí jednotka).

Hodnota fyzikální veličiny je tedy určena číselnou hodnotou a příslušnou měřicí jednotkou. Hodnota fyzikální veličiny = číselná hodnota · jednotka.

Je-li  $X$  obecně symbol fyzikální veličiny,  $\{X\}$  její číselná hodnota a  $[X]$  měřicí jednotka, platí:

$$X = \{X\}[X]. \quad (1)$$

**Číselná hodnota**  $\{X\}$  **označuje kvantitu** (množství), **měřící jednotka**  $[X]$  **kvalitu** fyzikální veličiny.

Platí-li např. pro velikost rychlosti:  $v = 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , pak  $\{v\} = 15$  a  $[v] = \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Číselná hodnota fyzikální veličiny nemá sama o sobě žádný smysl, neboť hodnotu fyzikální veličiny můžeme vyjádřit v různých jednotkách. Proto je nutné **uvádět číselnou hodnotu fyzikální veličiny vždy s její jednotkou!**

Zápis  $l = 25$  nemá smysl (předpokládáme, že  $l$  značí délku). Není uvedena jednotka - může tedy být  $l = 25 \text{ mm}$  nebo  $l = 25 \text{ cm}$  nebo  $l = 25 \text{ m}$ . Zápis bez jednotek prostě není přípustný, neboť vede k nejednoznačnosti.

## Mezinárodní soustava jednotek

Mezinárodní soustavu jednotek tvoří tyto skupiny jednotek:

### Základní jednotky (a veličiny)

Definují se přírodním dějem. Jde o 7 jednotek a veličin:

Veličina		Jednotka SI	
Název	Symbol	Název	Značka
délka	$l$	metr	m
hmotnost	$m$	kilogram	kg
čas	$T$	sekunda	s
elektrický proud	$I$	ampér	A
termodynamická teplota	$T$	kelvin	K
látkové množství	$n$	mol	mol
svítivost	$I$	kandela	cd

tab. 1 Přehled základních veličin a jednotek

### Odvozené jednotky

Odvozují se ze základních jednotek pomocí definičních vztahů odpovídajících fyzikálních veličin:  $\frac{\text{m}}{\text{s}} = \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , ... Některé z nich mají své názvy podle význačných fyziků -

např.  $\text{N} = \text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$  (newton),  $\text{J} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$  (joule), ... Mezi jednotky odvozené patří též dvě doplňkové jednotky: **radián** (rad) jako jednotka rovinného úhlu a **steradián** (sr) jako jednotka prostorového úhlu. Tyto jednotky nelze vyjádřit pomocí jednotek základních - považujeme je za bezrozměrné. Je-li např.  $\alpha$  označení rovinného úhlu, lze psát  $\alpha = \pi \text{ rad}$ , ale při přepisu do soustavy SI se píše jen  $\alpha = \pi$ , tj.  $[\alpha] = 1$ .

### Násobné a dílčí jednotky

tvoří se ze základních a odvozených jednotek pomocí mocnin o základu 10. Přehled předpon násobků a dílů jednotek je uveden v tab. 2. V některých případech je možné též použít předpon **centi-** (se značkou c), **deci-** (d) a **hekto-** (h) - např.  $1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$ ,  $1 \text{ dm} = 0,1 \text{ m}$ ,  $1 \text{ hl} = 100 \text{ l}$ , ... **Pozor!** Je zde jedna výjimka: **kilogram** je jednotka základní, nikoli násobná

(příslušná násobná jednotka je 1 tuna - viz vedlejší jednotky).

Jednotky násobné			základní veličina	Jednotky dílčí		
exa-	E	$10^{18}$		mili-	m	$10^{-3}$
peta-	P	$10^{15}$		mikro-	$\mu$	$10^{-6}$
tera-	T	$10^{12}$		nano-	n	$10^{-9}$
giga-	G	$10^9$		piko-	p	$10^{-12}$
mega-	M	$10^6$		femto-	f	$10^{-15}$
kilo-	k	$10^3$		atto-	a	$10^{-18}$

tab. 2 Přehled násobných a dílčích jednotek

## Vedlejší jednotky

jejich používání je příslušnou normou dovoleno, i když do jednotek soustavy SI nepatří. Povolení bylo uděleno na základě praktických důvodů. Jedná se např. o tyto jednotky: minuta (min), hodina (h), litr (l), tuna (t), ... Při výpočtech je ale převádíme na jednotky soustavy SI.

## Rozměr (dimenze) fyzikální veličiny

Rozměr fyzikální veličiny je **zápis její jednotky do součinu mocnin jednotek základních veličin**, rozšířený o dvě doplňkové jednotky pro rovinný (**grad**) a prostorový úhel (**rad**).

Postupujeme takto: Chceme určit rozměr fyzikální veličiny, která je dána definiční rovnicí nebo vzorcem (dále jen vzorcem). Pokud je některou z veličin, figurujících ve vzorci, jiná než základní veličina, nahradíme ji její definiční rovnicí. To opakujeme tak dlouho, dokud ve vzorci nevystupují jen základní veličiny, bezrozměrné veličiny a bezrozměrné koeficienty. Pokud ve vzorci vystupuje veličina základní, nahradíme ji symbolem její jednotky z tab. 1. Pokud ve vzorci figuruje číselný koeficient nebo bezrozměrná veličina, nahradíme je jedničkou. Tím získáme rozměr fyzikální veličiny.

### Příklad

Máme určit rozměr práce. Práce je určena mimo jiné vzorcem  $W = F s$ , kde  $F$  je síla,  $s$  je délka dráhy. Síla je určena vzorcem  $F = m a$ , kde  $m$  je hmotnost a  $a$  je zrychlení, zrychlení je dáno rovnicí  $a = \frac{v}{t}$ , rychlost je určena rovnicí  $v = \frac{S}{t}$ . Pokud známe více rovnic pro určení některé z veličin, vybereme tu nejjednodušší, stačí totiž sledovat její rozměr, ne velikost. Rozměr pak určíme takto:

$$W = F s = m a s = m \frac{v}{t} s = \frac{m v s}{t} = \frac{m s s}{t t} = m s^2 t^{-2},$$

$$[W] = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}.$$

## Fyzikální rovnice

Vztahy mezi fyzikálními veličinami popisují fyzikální rovnice. Ve fyzikální rovnici tedy vystupují nejen číselné hodnoty a matematické funkce, ale vždy i příslušné jednotky fyzikálních veličin.

Každá fyzikální rovnice (dále pouze rovnice) splňuje pravidlo, že **rozměr (jednotka) levé strany musí být roven rozměru (jednotce) pravé strany**.

## Rozměrová zkouška fyzikální rovnice

Vlastnost popsanou v přecházejícím odstavci využívá velmi dobrá pomůcka pro kontrolu rovnic, kterou je **rozměrová zkouška**. Pokud chceme zkontrolovat správnost rovnice, provedeme porovnání rozměru pravé a levé strany fyzikální rovnice. Pokud je rozměr shodný, je předpoklad (nikoliv jistota), že rovnice je správná. Pokud porovnání rozměru nevyhází, hledáme chybu v rovnici, přičemž podle odchylek v rozměrech pravé a levé strany dokážeme většinou odhadnout, která veličina a na kterém místě v rovnici chybí, přebývá nebo je v jiné mocnině než má být.

### Příklad

Předpokládejme, že chceme pomocí rozměrové zkoušky ověřit správnost rovnice  $F s = m v$ , kde  $F$  je síla,  $s$  je délka dráhy,  $m$  je hmotnost a  $v$  je rychlost. Za veličiny dosadíme jejich jednotky a upravíme na rozměry jednotek.

$$\text{N.m} = \text{kg.m.s}^{-1} ?$$

$$\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2} \neq \text{kg.m.s}^{-1}$$

Je zřejmé, že kontrola nesouhlasí. Buď chybí na levé straně  $\text{m}^{-1}.\text{s}$  nebo chybí na pravé straně  $\text{m.s}^{-1}$ . Správná rovnice je  $F s = \frac{1}{2} m v^2$  (pro daný případ je práce rovna kinetické energii a ne hybnosti).