

2. MEZINÁRODNÍ SOUSTAVA JEDNOTEK – SI

FYZIKÁLNÍ VELIČINY

Veličinou rozumíme pojem, který používáme ke kvalitativnímu nebo kvantitativnímu popisu fyzikálních jevů, stavů a těles (různých fází).

Má-li nějaká veličina povahu **fyzikální**, nazýváme ji **fyzikální veličina**. Fyzika, zvláště pak praktická fyzika má ze všech vědních oborů nejužší vztah k **metrologii**.

Fyzikální veličiny jsou definovány **exaktně**. V každé soustavě veličin volíme některé veličiny za **základní**. Ostatní veličiny jsou **odvozené** od veličin základních. Základní veličiny pokládáme je **vzájemně nezávislé**. Toto tvrzení je trochu problematické, neboť – jak dále uvidíme – v definici **ampéru** se setkáváme s metrem a dokonce i s odvozenou veličinou – silou, v definici **metru** se setkáváme se sekundou, čímž je proklamovaná nezávislost porušena.

Definovat nějakou veličinu, která v dané soustavě veličin nebyla zvolena za základní, znamená stanovit její vztah k **základním** veličinám.

Dříve než zavedeme soustavu jednotek, je třeba vytvořit soustavu veličin a přesně stanovit, které z veličin jsou **základní** a které **odvozené**. Výběr základních veličin by přitom měl být proveden s ohledem na získání pokud možno minimálního počtu veličin umožňujících však přesnou definici všech veličin odvozených. Volba základních veličin je konvenční, neboť příroda nás při této volbě nijak neusměrňuje. Dnes používaná soustava veličin a výběr veličin základních jsou víceméně dány tradicí a praktickou četností jejich používání (a měření).

NĚKTERÉ VLASTNOSTI (FYZIKÁLNÍCH) VELIČIN

Prostorově rozložený soubor určité veličiny nazýváme **fyzikálním polem** této veličiny. Fyzikální pole může být **skalární** (hmotnost, tlak, teplota, energie apod.), nebo **vektorové** (síla, rychlost, magnetická indukce apod.). Obecně jde o pole **tenzorové**.

Fyzikální veličiny nemění svůj charakter při jakékoliv technické aplikaci a lze je označit za **absolutní**. Pracujeme však také s **relativními** (poměrnými) fyzikálními veličinami, které jsou definovány poměrem dvou veličin **téhož druhu** (rel. délka, rel. vlhkost apod.).

Aditivní veličina – její hodnoty lze u několika stejnorodých objektů sčítat (hmotnost, energie apod.). Fyzikálně je aditivní veličina totožná s veličinou extenzivní.

Bezrozměrová veličina – její rozměr (dim) je roven jedné.

Číselná veličina – její rozměr je roven jedné. Jsou to zejména všechny veličiny relativní.

Dynamická veličina – patří do dynamiky nebo (obecněji) jde o veličinu časově proměnnou (nestacionární).

Efektivní veličina – veličina s efektivní hodnotou. Jde zejména o harmonicky proměnné veličiny.

Extenzivní veličina – stavová veličina, jejíž hodnotu lze získat jako součet dílčích složek; extenzivní vlastnost soustavy je závislá na velikosti a hmotnosti soustavy.

Homologické veličiny – takové, které mají různou fyzikální povahu, ale stejný rozměr (např. energie a moment síly).

Intenzivní veličina – veličina závisající pouze na stavu soustavy nikoliv však na počtu částic, které ji tvoří, na její hmotnosti a látkovém množství (teplota).

Kritická veličina – charakterizuje stav termodynamické soustavy, při němž mizí rozdíl mezi kapalným a plynným skupenstvím látky.

Logaritmická veličina nebo též **hladina** – je vyjádřena (přirozeným) logaritmem poměru určité veličiny a její zvolené referenční hodnoty.

Měřitelná veličina – reálná přírodní veličina, jejíž hodnotu umíme stanovit. Jde o naprostou většinu fyzikálních a technických. Opakem jsou veličiny smyslové, které umíme v rámci konvenčních stupnic pouze odhadovat.

Měrná veličina (nikoliv specifická) – podíl extenzivní veličiny charakterizující určitou makroskopickou soustavu a hmotnosti této soustavy.

Molární veličina – podíl extenzivní veličiny charakterizující určitou makroskopickou soustavu a molární hmotnosti této soustavy.

Náhodná veličina – její hodnoty tvoří množinu výsledků nějakého náhodného děje. Je definovaná diskrétním nebo spojitým rozložením pravděpodobnosti.

Obvodová veličina – elektrická veličina, charakterizující stav elektrického obvodu.

Ovlivňující veličina – není předmětem měření, ovlivňuje však jeho průběh a výsledek. Musíme ji proto také měřit, abychom mohli provést patřičné korekce naměřených hodnot.

Stacionární veličina – časově stálá (také možnost kvasistacionární).

Stavové veličiny – makroskopické veličiny v termodynamice. Jejich soubor charakterizuje stav soustavy. Vnější s.v. – objem a veličiny popisující vnější silová pole. Vnitřní s.v. – hustota, tlak, teplota apod.

Statická veličina – patří do statiky nebo jde o veličinu stacionární.

Vstupní a výstupní veličina – veličiny na začátku a konci měřicího řetězce.

Veličiny v **ekonomii** a **oblasti jakosti**

- Fyzikální (hmotnost)
- Technické (tvrdost)
- Číselné (počet kusů)
- Finanční (cena)
- Kombinované (cena za jednotku)
- Nekvantifikované (senzorické, chuťové, čichové, estetické – kvalimetrické veličiny)

Vztažná veličina – význačná fyzikální konstanta nebo vlastnost látky za udaných podmínek, k níž vztahujeme veličinu jinou (permitivita vakua, hustota vody za norm. podmínek apod.)

Normální podmínky – zpravidla **teplota 20 °C** (v elektrotechnice **23 °C**) a **barometrický tlak 101 325 Pa**. Někdy také ještě **normální tíhové zrychlení $g_n = 9,806 65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$** případně další veličiny.

Univerzální konstanta – má za všech okolností (podmínek) stejnou hodnotu (c , h apod.).

Konstanta – stálost za určitých podmínek.

KATEGORIZACE VELIČIN

Je v podstatě libovolná (s přihlédnutím tradice, konvence). Zpravidla se přidržujeme dělení **fyziky** daného vývojem poznání. Význačné normy **ČSN ISO řady 31** (1992) mají následující dělení

- 0 Všeobecné zásady
- 1 Prostor a čas
- 2 Periodické a příbuzné jevy
- 3 Mechanika
- 4 Teplo
- 5 Elektřina a magnetismus
- 6 Světlo a příbuzná elektromagnetická záření
- 7 Akustika
- 8 Fyzikální chemie a molekulová fyzika
- 9 Atomová a jaderná fyzika
- 10 Jaderné reakce a ionizující záření
- 11 Matematická znaménka a značky používané ve fyzikálních vědách a technice
- 12 Podobnostní čísla
- 13 Fyzika pevných látek

SOUSTAVA SI

Soustava jednotek, která byla přijata **11. Generální konferencí pro váhy a míry v r.1960** a je zaváděna ve většině zemí světa. Mezinárodní zkratka této soustavy jednotek je **SI**.

Základem SI je původně šest a od r.1971 sedm jednotek zvaných základní jednotky SI – jednotky délky, hmotnosti, času, elektrického proudu, termodynamické teploty, látkového množství (1971) a svítivosti.

Veličiny, pro něž jsou tyto jednotky stanoveny, se nazývají **základní veličiny**.

ZÁKLADNÍ JEDNOTKY SI

	Veličina	Jednotka	Značka	Rozměr
1	Délka	metr	m	L
2	Hmotnost	kilogram	kg	M
3	Čas	sekunda	s	T
4	Elektrický proud	ampér	A	I
5	Termodynamická teplota	kelvin	K	Θ
6	Látkové množství	mol	mol	N
7	Svítivost	kandela	cd	J

Dále SI obsahuje jednotky **odvozené**, mezi něž patří (dvě) jednotky **doplňkové** – jednotka rovinného a prostorového úhlu.

Odvozené jednotky spolu s jednotkami **základními** tvoří **koherentní** soustavu – koherence se projevuje v tom, že každá z **odvozených** jednotek je odvozena z jednotek **základních** pomocí tzv. **rozměrového součinu** bez jakýchkoliv součinitelů (různých od čísla **1**).

Každá **odvozená** jednotka je tedy definovaná tak, že v již zmíněném rozměrovém součinu se vyskytují **pouze mocniny rozměrů základních jednotek**.

Např. jednotka **síly** (**F**) je definována a koherentně odvozena pomocí vztahu **$F = ma$** , takže její rozměr je vyjádřen rozměrovým součinem

$$\dim F = MLT^{-2}$$

(**$\dim m = M$** , **$\dim a = LT^{-2}$** , **M, L, T** jsou rozměry **základních** jednotek – hmotnosti, délky a času). Pro jednotku **síly** (**newton** – **N**) tedy (**koherentně**) dostáváme

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Jednotkou veličiny, jejíž rozměr je roven **1**, je číslo **1** – taková veličina (patřící do SI) se nazývá **bezrozměrová** (**rad, sr**).

Pro většinu odvozených jednotek (a veličin) jsou zavedeny mezinárodně platné názvy a značky. SI však musíme považovat za dynamickou soustavu, reagující na stupeň poznání světa a rozvoj technických aplikací zejména přírodních, ale i dalších věd.

NĚKTERÉ ODVOZENÉ JEDNOTKY SE ZVLÁŠTNÍMI NÁZVY

Odvozená veličina	ODVOZENÁ JEDNOTKA SI		
	Zvláštní název	ZNAČKA	Vyjádření pomocí základních a odvoz. jednotek SI
rovinný úhel	radián	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
prostorový úhel	steradián	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
kmitočet	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
síla	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
tlak, napětí	pascal	PA	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$
energie, práce, tepelné množství	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
elektrický potenciál, potenciální rozdíl, napětí, elektromotorické napětí	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W}/\text{A}$
kapacita	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C}/\text{V}$
elektrický odpor	ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V}/\text{A}$
elektrická vodivost	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
magnetický tok	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
magnetická indukce	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ W}/\text{m}^2$
indukčnost	henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb}/\text{A}$

CELSIOVA teplota	Celsiův stupeň ¹⁾	°C	1 °C = 1 K
světelný tok	lumen	lm	1 lm = 1 cd.sr
osvětlenost	lux	lx	1 lx = 1 lm/m ²
aktivita (radionuklidu)	becquerel	Bq	1 Bq = 1 s ⁻¹
pohlčená dávka, měrná sdílená energie, kerma, index pohcené dávky	gray	Gy	1 GY = 1 J/KG
dávkový ekvivalent, index dávkového ekvivalentu	sievert	Sv	1 Sv = 1 J/kg

¹⁾ Celsiův stupeň je zvláštní název pro jednotku kelvin užívaný pro udávání Celsiovy teploty.

JEDNOTKY MIMO SI, KTERÉ SE MOHOU VČETNĚ DEKADICKÝCH NÁSOBKŮ A DÍLŮ UŽÍVAT SPOLU S JEDNOTKAMI SI

Veličina	Jednotka		Vztah k jednotkám SI
	Název	Značka	
čas	minuta ^{*)}	min	60 s
	hodina ^{*)}	h	3 600 s
	den ^{*)}	d	86 400 s
rovinný úhel	stupeň ^{*)}	°	($\pi/180$) rad
	minuta ^{*)}	'	(1/60) [°] = = ($\pi/10\,800$) rad
	vteřina ^{*)}	"	(1/60)' = = ($\pi/648\,000$) rad
	gon, grad	gon, g	($\pi/200$) rad
plošný obsah	hektar ^{*)}	ha	10 000 m ²
	ar	a	100 m ²
objem	litr	l, L	10 ⁻³ m ³
hmotnost	tuna	t	10 ³ kg
	unifikovaná atomová hmotnostní jednotka ^{*)}	u	1,660 540 · 10 ⁻²⁷ kg
délková hmotnost	tex	tex	10 ⁻⁶ kg/m
energie	elektronvolt	eV	1,602 177 · 10 ⁻¹⁹ J
zdánlivý výkon	voltampér	V.A	
jalový výkon	var (VAr)	var	
reaktivní výkon	var (VAr)	var	
tlak	bar	bar	10 ⁵ Pa

^{*)} nelze používat dekadických násobků a dílů pomocí předpon SI

CO PŘEDCHÁZELO?

METRICKÝ SYSTÉM

Minulý i současný rozvoj vědy, techniky, obchodu i služeb všeho druhu se projevuje neustálým zvětšováním počtu veličin. Mnohé z těchto veličin – dnes běžně používaných – přísluší do oborů lidské činnosti, které v poměrně historicky nedávne minulosti – v době pokusů o vznik a samotného vzniku metrického (metrologického) systému – buď neexistovaly, nebo se odehrávaly pouze v teoretické rovině.

„Metrologie“ nedávno minulých století – měření a pokusy o dohled nad jeho jednotností – se týkala především oblasti obchodu a v daleko menší míře rozličných výrobních procesů a vědy. Jak již bylo několikrát zmíněno, panoval na začátku i v první části novověku velký **metrologický chaos**.

ZÁSADNÍ KROK

byl učiněn ve **Francii** ve druhé polovině 18.století. Doba i země osvícenství, encyklopedistů, materialismu. 1780 – **TALLEYRAND** – tehdy biskup a předseda Národního shromáždění (shromáždění stavů) - volba a realizace nové délkové jednotky, která by skoncovala s nepřehlednou situací různých sáhů, loktů, stop apod. Byla ustavena komise – první návrh – délka sekundového kyvadla. Dlouhé spory – posléze 10^{-7} část délky čtvrtiny zemského poledníku. První měření mezi Dunquerque a Barcelonou **1791**.

Název – **metr** (poprvé, z řec. *metron* – míra) francouzský matematik a astronom **JEAN CHARLES BORDA**. Holanďan **van SWINDEN** poprvé navrhl názvy (i první systém) **dekadických** násobků a dílů **metru** – mnohé z nich jsou používány dodnes – viz tabulka na str.12. **Metr** byl jako („základní“) jednotka délky ve Francii uzákoněn v r.**1799**. Z metru byly odvozeny i jednotky **plošného obsahu** a **objemu** a také – což je důležité i jednotka **hmotnosti** (tehdy váhy) – „váha“ **1 litru čisté odvdzdušněné vody nejvyšší možné hustoty**. Je logické, že celý tento měrový systém byl pojmenován po své základní jednotce – **metrický systém**

Tzv. **metrická** konvence však vstoupila v platnost teprve v r.**1876**. Byla to dohoda řady států o tom, že zavedou **metrické jednotky** do svých národních hospodářství a správních celků. Rakousko Uhersko podepsalo tuto dohodu již v r.1875, USA ji podepsaly taktéž v 19.století, její praktickou realizaci však zatím nedokončily. Poněkud lépe je na tom i Velká Británie, která zůstala (coby imperiální velmoc) u nemetrických jednotek nejdéle (**yard**, který v r.1101 nahradil od Římanů převzatou **stopu**, byl „definován“ jako vzdálenost špičky nosu a konce palce upažené ruky krále Jindřicha I; **1 yard = cca 0,914 m**).

DEFINICE ZÁKLADNÍCH JEDNOTEK SI

Jednotka **DÉLKY** :

1 metr (m) je délka dráhy, kterou proběhne **světlo** ve vakuu za dobu $1/299\,792\,458$ sekundy (1983).

Jednotka **HMOTNOSTI** :

1 kilogram (kg) je roven hmotnosti **mezinárodního prototypu** kilogramu (1889).

Mezinárodní prototyp kilogramu je vyroben ze slitiny platiny a iridia a uchováván za přesně stanovených podmínek v Sèvres u Paříže [v r.1901 byla tato jednotka potvrzena jako jednotka **hmotnosti** a nikoliv – jak tomu bylo dříve – jednotka **tíhy** (váhy)].

Jednotka ČASU :

1 sekunda (s) je doba trvání $9\,192\,631\,770$ period záření odpovídajícího přechodu mezi dvěma velmi jemnými hladinami základního stavu atomu **cesia 133** (1967).

Jednotka ELEKTRICKÉHO PROUDU :

1 ampér (A) je elektrickým proud, který při stálém průchodu (průtoku) dvěma přímými nekonečně dlouhými rovnoběžnými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti **1 m** vyvolá mezi nimi sílu $2 \cdot 10^{-7}$ newtonů na **1 metr** délky

Jednotka TERMODYNAMICKÉ TEPLoty :

1 kelvin (K) je roven $1/273,16$ termodynamické teploty trojného bodu vody (1967)

Jednotka LÁTKOVÉHO MNOŽSTVÍ :

1 mol (mol) je látkové množství soustavy, která obsahuje tolik elementárních entit, kolik je atomů v **0,012 kg** uhlíku $^{12}_6\text{C}$.

Jednotka SVÍTIVOSTI :

1 kandela (cd) je svítivost zdroje v daném směru, který vysílá **monochromatické** záření o kmitočtu $540 \cdot 10^{12}$ Hz a který má v tomto směru **zářivost** $1/683$ wattů na steradián

PŘEDPONY SI

Činitel	PŘEDPONA		
	Název	Značka	PŮVOD NÁZVU
10^{24}	yotta	Y	
10^{21}	zetta	Z	
10^{18}	exa	E	
10^{15}	peta	P	
10^{12}	tera	T	teras (řec.) - nebeské znamení
10^9	giga	G	gigas (řec.) – obr
10^6	mega	M	megas (řec.) - veliký
10^3	kilo	k	chilios (řec.) - tisíc
10^2	hekto	h	hekato (řec.) - sto
10	deka	da	dekas (řec.) - deset
10^{-1}	deci	d	decem (lat.) - deset
10^{-2}	centi	c	centum (lat.) - sto
10^{-3}	mili	m	mille (lat.) - tisíc
10^{-6}	mikro	μ	mikros (řec.) - malý

10^{-9}	nano	n	nano (<i>it.</i>) - trpaslík
10^{-12}	piko	p	piccolo (<i>it.</i>) - maličký
10^{-15}	femto	f	femton (<i>švéd.</i>) - patnáct
10^{-18}	atto	a	atton (<i>švéd.</i>) - osmnáct
10^{-21}	zepto	z	
10^{-24}	yokto	y	

WIKIPEDIE opis

Fyzikální rozměr veličiny, nebo zkráceně **rozměr veličiny** je formální vyjádření závislosti měřené **fyzikální veličiny** na veličinách základních, odpovídajících **základním jednotkám** (rozšířeným o dvě doplňkové odvozené jednotky pro rovinný a prostorový úhel) **vzorcem**, který dostaneme tak, že do pravé strany fyzikální rovnice, definující příslušnou fyzikální veličinu, **dosadíme symboly rozměrů příslušných veličin**. Pokud je některou z veličin figurujících na pravé straně veličina základní, nahradíme ji symbolem z tabulky, uvedené dále. Pokud ve vzorci na pravé straně figuruje číselný koeficient, nahradíme jej jednotkou (1), efektivně tedy ze vzorce zmizí.

Rozměr veličiny značíme většinou symbolem **veličiny**, který uzavíráme do závorek (většinou hranatých).

fyzikální rozměr veličiny *práce*

$$[W] = L^2MT^{-2}.$$

.....
<http://vydavatelstvi.vscht.cz/echo/analytika/jednotky/veliciny.html>

Fyzikální veličiny a jejich jednotky (výběr)

veličina		jednotka		
název	značka	název	značka	rozměr
délka	<i>l</i>	metr	m	
obsah (plochy)	S	čtvereční metr	m ²	
objem	V	krychlový metr	m ³	
úhel (rovinný)	α	radián	rad	
prostorový úhel	ω	steradián	sr	
čas	t	sekunda	s	
perioda	T	sekunda	s	
kmítočet	f	hertz	Hz	s ⁻¹

úhlový kmitočet	ω	reciproká sekunda	1 / s	s^{-1}
frekvence otáčení	f	reciproká sekunda	1 / s	s^{-1}
rychlost	v	metr za sekundu	m / s	$m \cdot s^{-1}$
zrychlení	a	metr za sekundu na druhou	m / s^2	$m \cdot s^{-2}$
úhlová dráha	ϕ	radián	rad	
úhlová rychlost	ω	radián za sekundu	rad / s	s^{-1}
úhlové zrychlení	ε	radián za sekundu na druhou	rad / s^2	s^{-2}
hmotnost	m	kilogram	kg	
hustota	ρ	kilogram na krychlový metr	kg / m^3	$kg \cdot m^{-3}$
měrný objem	v	krychlový metr na kilogram	m^3 / kg	$m^3 \cdot kg^{-1}$
hybnost	p	kilogram metr za sekundu	$kg \cdot m / s$	$m \cdot kg \cdot s^{-1}$
síla	F	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
tíha	G	newton	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
tíhové zrychlení	g	metr za sekundu na druhou	m / s^2	$m \cdot s^{-2}$
moment setrvačnosti	J	kilogram metr na druhou	$kg \cdot m^2$	
moment síly	M	newtonmetr	N.m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
tlak	p	pascal	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
modul pružnosti v tahu	E	newton na čtvereční metr	N / m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
modul objemové pružnosti	K	newton na čtvereční metr	N / m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
součinitel smykového tření	μ, f	-	-	
rameno valivého tření	r	metr	m	
viskozita	ν	newton sekunda na čtvereční metr	$N \cdot s / m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
povrchové napětí	σ	newton na metr	N / m	$kg \cdot s^{-2}$
hmotnostní tlak	Q_m	kilogram za sekundu	kg / s	$kg \cdot s^{-1}$
objemový tok	Q_v	krychlový metr za sekundu	m^3 / s	$m^3 \cdot s^{-1}$

práce	A	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
energie	W	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
výkon	P	watt	W	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
účinnost	η	procenta	%	
rychlost šíření zvuku	c	metr za sekundu	m / s	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
vlnová délka	λ	metr	m	
vlnočet	σ	reciproký metr	1 / m	m^{-1}
intenzita zvuku	J	watt na čtvereční metr	W / m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
hladina akustického tlaku	L	decibel	dB	
hladina hlasitosti	Λ	fon	Ph	
hlasitost	N	son	son	
absolutní teplota	T	kelvin	K	
teplota	t	Celsiův stupeň	°C	
teplotní rozdíl	Δt	kelvin, stupeň	K, C	
teplotní součinitel délkové roztažnosti	α	jedna na kelvin	1 / K	K^{-1}
teplotní součinitel objemové roztažnosti	β	jedna na kelvin	1 / K	K^{-1}
teplo	Q	joule	J	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
tepelný tok	Φ	watt	W	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
hustota tepelného toku	ϕ	watt na čtvereční metr	W / m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
součinitel tepelné vodivosti	λ	watt na metr a kelvin	W / m.K	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
tepelná kapacita	K	joule na kelvin	J / K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
měrné teplo	c	joule na kilogram a kelvin	J / kg.K	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
látkové množství	n	mol	mol	
molova hmotnost	M	kilogram na mol	kg / mol	$\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
molovy objem	v_k	krychlový metr na mol	m^3 / mol	$\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$
molové teplo	C	joule na mol a kelvin	J / mol.K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
plynová konstanta	R	joule na mol a kelvin	J / mol.K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

merna plynová konstanta	r	joule na kilogram a kelvin	J / kg.K	$m^2.s^{-2}.K^{-1}$
měrné skupenské teplo	l	joule na kilogram	J / kg	$m^2.s^{-2}$
elektrický náboj	Q	coulomb	C	A.s
elektrický proud	I	ampér	A	
proudová konstanta	J	ampér na čtvereční metr	A / m ²	A.m ⁻²
intenzita elektrického pole	E	volt na metr	V / m	$m.kg.s^{-3}.A^{-1}$
napětí, potenciál	U, ϕ	volt	V	$m^2.kg.s^{-3}.A^{-1}$
elektrická indukce	D	coulomb na čtvereční metr	C / m ²	$m^{-2}.s.A$
elektrický indukční tok	N	coulomb	C	A.s
elektrická kapacita	C	farad	F	$m^{-2}.kg^{-1}.s^4.A^2$
permitivita	ϵ	farad na metr	F / m	$m^{-3}.kg^{-1}.s^4.A^2$
elektrický odpor	R	ohm	Ω	$m^2.kg.s^{-3}.A^{-2}$
elektrická vodivost	G	siemens	S	$m^{-2}.kg^{-1}.s^3.A^2$
magnetická indukce	B	tesla	T	$kg.s^{-2}.A^{-1}$
magnet. indukční tok	Φ	weber	Wb	$m^2.kg.s^{-2}.A^{-1}$
intenzita magnet. pole	H	ampér na metr	A / m	A.m ⁻¹
indukčnost	L	henry	H	$m^2.kg.s^{-2}.A^{-2}$
permeabilita	μ	henry na metr	H / m	$m.kg.s^{-2}.A^{-2}$
zářivý tok	Φ_e	watt	W	$m^2.kg.s^{-3}$
světelný tok	Φ	lumen	lm	cd
svítivost	I	kandela	cd	
jas	L	nit	nt	$m^{-2}.cd$
osvětlení	E	lux	lx	$m^{-2}.cd$
osvit	luxsekunda	lx	s	$m^{-2}.s.cd$
rel. světelná účinnost	V	-	-	
rychlost světla ve vakuu	c	metr za sekundu	m / s	$m.s^{-1}$
rychlost světla v látkovém prostředí	v	metr za sekundu	m / s	$m.s^{-1}$
index lomu	n	-	-	
ohnisková vzdálenost	f	metr	m	

optická mohutnost	ϕ	dioptrie	D	m^{-1}
protonové číslo	Z	-	-	
nukleonové číslo	A	-	-	
aktivita	A	reciproká sekunda	1 / s	s^{-1}
merna aktivita	a	reciproká kilogramsekunda	1 / kg.s	$kg^{-1}.s^{-1}$
poločas rozpadu	$T_{1/2}$	sekunda	s	
dávka	D	joule na kilogram	J / kg	$m^2.s^{-2}$

Některé odvozené veličiny a jednotky soustavy SI

Počet řádků ve výsledku: 79

Veličina		Hlavní jednotka		
Název	Symbol	Název	symbol	rozměr
Symbol	Rozměr			
aktivita zářiče	A	becquerel	Bq	s^{-1}
dipólový moment	p	coulombmetr	C.m	m.s.A
dynamický viskozitní koeficient	η	pascalsekunda	Pa.s	$kg.m^{-1}.s^{-1}$
elektrická kapacita	C	farad	F	$kg^{-1}.m^{-2}.s^4.A^2$
elektrická vodivost	G	siemens	S	$kg^{-1}.m^{-2}.s^3.A^2$
elektrický náboj	Q	coulomb	C	s.A
elektrický odpor	R	ohm	Ω	$kg.m^2.s^{-3}.A^{-2}$
energie	E, W	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
entalpie	H	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
entropie	S	joule na kelvin	$J.K^{-1}$	$kg.m^2.s^{-2}.K^{-1}$
frekvence	f, v	hertz	Hz	s^{-1}
Gibbsova energie	G	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
Helmholtzova energie	F	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
hmotností průtok	Q_m	kilogram za sekundu	$kg.s^{-1}$	$kg.s^{-1}$
hmotnostní zlomek	w_i	(jednička)	-	1
hustota	ρ, s	kilogram na krychlový metr	$kg.m^{-3}$	$kg.m^{-3}$
hybnost	p	kilogram metr za sekundu	$kg.m.s^{-1}$	$kg.m.s^{-1}$
index lomu	n	(jednička)	-	1
intenzita el. pole	E	volt na metr	$V.m^{-1}$	$kg.m.s^{-3}.A^{-1}$
intenzita gravitačního pole	E	metr za sekundu na druhou	$m.s^{-2}$	$m.s^{-2}$
intenzita magnet. pole	H	ampér na metr	$A.m^{-1}$	$m^{-1}.A$
kinematický viskozitní	ν, η_{kin}	čtverečný metr za	$m^2.s^{-1}$	$m^2.s^{-1}$

koeficient		sekundu		
magnetická indukce	B	tesla	T	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-1}$
měrná aktivita	a	becquerel na kilogram	$\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
měrná elektrická vodivost	κ, γ, σ	siemens na metr	$\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^3\cdot\text{A}^2$
měrná molarita	c_m, m_i	mol na kilogram	$\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{mol}$
měrná susceptibilita	χ	krychlový metr na kilogram	$\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^3$
měrná tepelná kapacita	c_p, c_v	joule na kilogram na kelvin	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	$\text{m}^2\cdot\text{s}^2\cdot\text{K}^{-1}$
měrné skupenské teplo	I, Δ	joule na kilogram	$\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$
měrný elektrický odpor	ρ	ohmmetr	$\Omega\cdot\text{m}$	$\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-2}$
měrný objem	v	krychlový metr na kilogram	$\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^3$
molární hmotnost	M	kilogram na mol	$\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$
molární koncentrace	c_M, c_i	mol na krychlový metr	$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$	$\text{m}^{-3}\cdot\text{mol}$
molární objem	V_m	krychlový metr na mol	$\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$	$\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$
molární skupenské teplo	$L_m, \Delta H$	joule na mol	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{mol}^{-1}$
molární tepelná kapacita	C_p, C_v	joule na mol na kelvin	$\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
molární vodivost v roztoku	Λ_c	siemens metr čtverění na mol	$\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^3\cdot\text{A}^2\cdot\text{mol}^{-1}$
molární zlomek	x_i	(jednička)	-	1
moment setrvačnosti	J	kilogram čtverečný metr	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$	$\text{kg}\cdot\text{m}^2$
moment síly	M	mewtonmetr	$\text{N}\cdot\text{m}$	$\text{kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{s}^{-2}$
napětí (elektrické)	U	volt	V	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$
napětí (mechanické)	τ, σ, v	pascal	Pa	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$
objem	V	krychlový metr	m^3	m^3
objemová aktivita	a_v	becquerel na kubický metr	$\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$	$\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$
objemový tok	Q_v	krychlový metr za sekundu	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$	$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$
objemový zlomek	ϕ_i	(jednička)	-	1
osvětlení	E	lux	lx	$\text{m}^{-2}\cdot\text{cd}$
perioda (doba kmitu)	T	sekunda	s	S
permeabilita	μ	henry na metr	$\text{H}\cdot\text{m}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-2}$
permitivita	ϵ	farad na metr	$\text{F}\cdot\text{m}^{-1}$	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^4\cdot\text{A}^2$
plošný obsah	A, S	čtverečný metr	m^2	m^2
poločas rozpadu	$t_{1/2}$	sekunda	s	s
povrchové napětí	γ, σ	newton na metr	$\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$
práce	A	joule	J	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$
proudová hustota	j	ampér na čtverečný metr	$\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$	$\text{m}^{-2}\cdot\text{A}$
relativní atomová hmotnost	A_r	(jednička)	-	1
relativní molekulová hmotnost	M_r	(jednička)	-	1
relativní permeabilita	μ_r	(jednička)	-	1

relativní permitivita	ϵ_r	(jednička)	-	1
rychlost	v	metr za sekundu	$m.s^{-1}$	$m.s^{-1}$
síla	F	newton	N	$kg.m.s^{-2}$
součinitel tepelné vodivosti	Λ	watt na metr na kelvin	$W.m^{-1}.K^{-1}$	$kg.m.s^{-3}.K^{-1}$
stupeň konverze	α, γ, p	(jednička)	-	1
susceptibilita	κ_m	(jednička)	-	1
světelný tok	ϕ	lumen	lm	$cd.sr^{-1}$
tepelná kapacita	K, C	joule na kelvin	$J.K^{-1}$	$kg.m^2.s^{-2}.K^{-1}$
tepelný tok	ϕ	joule za sekundu	$J.s^{-1}$	$kg.m^2.s^{-3}$
teplo	Q	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
teplotní součinitel délkové roztažnosti	α	recipročný kelvin	K^{-1}	K^{-1}
teplotní součinitel elektrického odporu	α_{el}	recipročný kelvin	K^{-1}	K^{-1}
teplotní součinitel objemové roztažnosti	β, γ	recipročný kelvin	K^{-1}	K^{-1}
tlak	p	pascal	Pa	$kg.m^{-1}.s^{-2}$
úhlová rychlost	ω	radián za sekundu	$rad.s^{-1}$	s^{-1}
úhlové zrychlení	ϵ	radián za sekundu na druhou	$rad.s^{-2}$	s^{-2}
vlnočet	ν	recipročný metr	m^{-1}	m^{-1}
vlnová délka	γ	metr	m	m
vnitřní energie	U	joule	J	$kg.m^2.s^{-2}$
výkon	P	watt	W	$kg.m^2.s^{-3}$
zrychlení	a	metr za sekundu na druhou	$m.s^{-2}$	$m.s^{-2}$

skalární veličiny – veličiny popsané velikostí a jednotkou (nemají směr) např. čas, teplota, tlak – skalár

vektorové veličiny – popsány velikostí, jednotkou a směrem, rychlost, síla, moment síly – vektor

MALÁ KRITIKA SOUSTAVY SI

Václav Šindelář, předseda České metrologické společnosti, Klidná 19, 160 00

Praha 6

V současné době se pokládá Mezinárodní soustava jednotek SI za optimální soustavu. Je však otázkou, zda je skutečně taková. Pokusím se o krátkou analýzu této otázky a připojím některé své názory.

Především jsem vícekrát upozorňoval na to, že existuje určitá alogičnost již v tom, že se tradičně hovoří o soustavě jednotek a teprve na druhém místě se jedná o soustavě veličin. Podle mého názoru je vždy na prvním místě fyzikální veličina a teprve pro potřebu její kvantifikace by se mělo hovořit o její jednotce. V moderně sestavené soustavě veličin by se měly určit veličiny základní, ovšem stanovení jejich počtu, jakož i samotný výběr by nebyl jistě jednoduchý, ale měl by být uskutečněn. A teprve pak by se mělo přikročit ke stanovení jejich jednotek. Dnes tomu tak není. Soustava veličin závisí dnes na soustavě jednotek a přitom vývoj soustavy jednotek je poplatný historickému vývoji vědy a vychází z dřívějších potřeb nikoli vědy, ale praktického života. Je to dáno tradicí.

Konec 19. století představoval v měřicích jednotkách celosvětově značný zmatek a proto bylo účelné snažit se jej odstranit tím, že pro nejčastěji měřené veličiny (a to byla délka, hmotnost a čas) se hledaly jednotky co nejvhodněji definované za účelem jejich co nejširšího používání. Uvedené veličiny se vždy pokládaly za nejvýznamnější již od historických počátků lidstva, přinejmenším od Sumerů, což představuje dobu nejméně 6000 let. Vždyť i v samotném názvu vrcholné metrologické instituce je stále termín „měř a vah“, čímž se správně ctí minulost, ale současně to potvrzuje trochu tradiční přístup. Je třeba si však uvědomit, že dnes je hierarchie významnosti veličin jistě jiná, a na to by měla být upřena pozornost.

Metrická soustava představovala ve své době jistě velký pokrok, ale to bylo v dosti vzdálené minulosti a asi by se mělo vážně uvažovat o tom, zda délka a hmotnost jsou veličinami nejzákladnějšími. Jsou jistě významné, ale je to poněkud diskutabilní. V době vzniku metrické soustavy se např. nedoceňovala energie, která je průřezovou nejzákladnější fyzikální veličinou. Na tehdejší dobu je to z praktického hlediska pochopitelné, dnešní názor by však neměl na historickém postoji ustrnout. Od konce 18. století doznala fyzika i ostatní vědy prudký rozmach a vývoj, ale vývoj soustavy jednotek se tomu přibližoval jen velmi pomalu a nedostatečně. Domnívám se, že dochází k tomu, že rozvoj vědy, zejména na metrologické stránce, je přímo brzděn dnešním vývojem soustavy jednotek. Přitom je nutno konstatovat, že jak Mezinárodní výbor, tak vedení Mezinárodního úřadu vah a měř vyvíjí značné úsilí o stálé zlepšování soustavy SI, ovšem stále na tradičním základě.

Pokud jde o současně platnou soustavu jednotek SI, lze v ní objevit řadu nesprávností. O některých významnějších se zmíním. Upozorňuji však, že jde o kritiku dílčí, protože stále trvám na tom, že by se soustava SI měla zcela základně analyzovat a přizpůsobit současnému stavu vědy a techniky. To je záležitost fyziků.

Známým pravidlem je, že počet základních veličin lze určit tak, že se od sumy všech veličin určité soustavy odečte počet vzájemných závislostí všech veličin. Rozdílem má být stanoven počet veličin, které lze za základní, nezávislé zvolit. Potom ovšem následuje jejich pečlivá volba. A základní veličiny mají být zcela nezávislé. Tomu ovšem soustava SI nevyhovuje.

Sledujeme-li definice jen dnešních základních veličin SI, zjistíme, že v definici **metru** je obsažena odvozená veličina rychlost (světla), která by se snad mohla uvažovat spíše za základní veličinu, definice **času** je dána frekvencí, v definici **elektrického proudu** vystupuje délka a také odvozená veličina – síla a v definici **kandely** je plocha a teplota.

Za zásadní nesoustavnost dnešní soustavy SI je nutno pokládat zařazení úhlů mezi odvozené veličiny. Dříve jim byl přiřčen určitý předstupeň významnosti ve třídě doplňkových jednotek, která však byla zrušena. Právě tato záležitost, spojená s jejich aplikacemi v měřicích jednotkách mě vedla k úvahám, jež chci uvést později.

Za nevhodné lze také pokládat zrušení jednotky teplotní difference **deg**, protože to umožňovalo srozumitelné rozlišování údaje hodnot teploty od teplotní difference.

Zcela formálním nedostatkem je nesoustavné rozlišení značek předpon násobných a dílčích jednotek. Násobné jednotky by měly mít značky předpon důsledně s velkými písmeny, ale kilo- a hekto- mají písmena malá. Tento nedostatek uvádím jen proto, aby bylo patrné, že takových maličkostí by se našlo více. To ovšem lze pominout vzhledem k naléhavosti podstatné úpravy celé soustavy SI.

Analýzou dnešních jednotek přímočarého (tento termín používám i dále) a rotačního pohybu jsem dospěl osobně k těmto názorovým závěrům, o nichž se stručně zmíním.

Pohyby přímočarý a rotační musí být rovnocenně pojímané, ale dnes tomu tak není. Přitom by bylo dokonce možné pokládat pohyb rotační za významnější než přímočarý, ale je tomu právě naopak.

Hlavním pohybem celého vesmíru je pohyb rotační. Pohyb přímočarý je v rozměru vesmíru pohybem zvláštním, sekundárním. I na Zemi lze o pohybu přímočarém hovořit jen v poměrech lokálních, protože přímka, kterou přijímáme jako významný geometrický útvar, ve větších rozměrech neexistuje, je pouze naší zjednodušenou představou vzhledem k obecnému zakřivení prostoru. Je to podobné jako u pojmu „vodorovný“, který aproximativně platí pouze v omezených prostorových soustavách. Je možné vysvětlit Newtonův přístup k definici pohybu z dlouholeté tradice, jež od pravěku nepřístupovala v omezeném rozsahu znalostí k prioritě vesmírné rotace a přikláněla se spíše k euklidovské geometrii.

Rotační pohyb umožňuje také definici kmitání s ohledem na možnost opakování dějů.

Tak jako se dnes v mechanice vychází z principu síly, z obecné atrakce hmotných elementů, bylo by možno (ovšem s velkou odvahou) uvažovat o atrakci rotujících objektů a silové působení mezi relativně klidnými tělesy vysvětlovat atrakcí rotujících mikroelementů, z nichž se tělesa skládají.

Lze se opodstatněně domnívat, že při definici pohybů by se mělo prioritně vycházet z pohybu rotačního a pohyb translační pokládat za sekundární, tedy vycházet z principu opačného tomu dnešnímu. V současné mechanice není rotační pohyb řádně definován a jeho vysvětlování vychází pouze z geometrických představ. Pohyb přímočarý lze pokládat za pohyb kruhový (rotační) s poloměrem rostoucím nad všechny meze, což opačně interpretovat nelze.

V makrosvětě i v mikrosvětě se jeví rotace jako základní pohyb. Většina pohybů, které pokládáme za přímočaré, je v podstatě kruhová (jízda vozidla po povrchu Země, let letadla, zakřívování světla kolem velkých hmot aj.). Přímkou lze ostatně pokládat za část kružnice o poloměru rostoucím nade všechny meze.

Jedním příkladem, kdy si dnes skoro násilně pomáháme vyjádřit čistý krut (torsí), je moment dvojice sil, místo nějakého vhodnějšího samostatného vyjádření této veličiny.

V současnosti jsou výchozími zákony mechaniky Newtonovy zákony a všude je základní veličinou hmota (vyjadřovaná kvantitativně hmotností). Pro rotaci je odvozenou ekvivalentní veličinou moment setrvačnosti. Stejně dobře by se však mohlo vycházet z rotačního (torzního) pojetí a za výchozí veličinu brát veličinu s dosavadním názvem moment setrvačnosti

a definovat sílu jako její derivaci. V případě rovnocennosti přímého i torzního působení by to bylo zcela oprávněné, i když zdánlivě převratné.

Domnívám se však, že takovéto vzájemné závislosti dvou zcela rozdílných pohybů je nutno hledat jinde.

Zde bych poněkud odbočil. Když jsem studoval postupný vývoj elektrických a magnetických veličin a jednotek, setkal jsem se s názorem specialistů v oblasti magnetismu, že dnešní soustava SI jim nevyhovuje a že je pro ně vhodnější Gaussova soustava CGS, která respektuje rozlišnost obou fenoménů a jejich separaci. Důvodem je lepší rozlišení zřídlového pole u elektřiny a vírového pole u magnetismu.

Přitom mě napadla myšlenka, o níž jsem i dříve uvažoval, že se nabízí jistá analogie mezi dvojicí „přímočarý a rotační pohyb“ a „jevy elektrické a magnetické“. Tato analogie, pokud snad o ní již někdo dříve neuvažoval, jeví se mi jako velmi zajímavá. Jistě opodstatněně.

To znamená, že rozdělený pohled na elektrické a magnetické veličiny jeví se obdobně u dvojího rozděleného pohledu na přímočarý a rotační pohyb. Přitom se přiznám, že přes všechny fundované teorie magnetismu jsem se nikdy nezbavil dojmu, že nejsou plně přesvědčivé a že se názory na magnetismus v budoucnu změní. Nevím, zda někdejší teorie magnetického množství je tak zcela zavrženíhodná. To ovšem přísluší mnohem povolanějším vědeckým pracovníkům. Takové názory si dovoluji vyslovit proto, že jsem více než třicet let pracoval v metrologii, jež s fyzikou úzce souvisí. Ostatně během mé činnosti v metrologii a dříve také v technické fyzice se mnohé změnilo z nemožného v možné (např. koherentní záření u laserů).

Vrátím se po malém odbočení, jež mi budiž prominuto, k problému pohybů. Zmiňoval jsem se již o nevhodné podřízenosti pohybu rotačního pohybu přímočarému. Možnost vyřešení tohoto problému se mi jeví v přestřešení obou prostřednictvím energie, přičemž síla by se definovala jako diferenciál energie podle délky (dráhy) a krut čili torze (nepoužívám úmyslně název moment síly) jako diferenciál energie podle (rovinného) úhlu. Ostatně myšlenka o energii není nijak nová, navrhovalo ji jako výchozí veličinu již dříve několik významných fyziků.

Jistou potíž vidím v interpretaci pojmu hmotný bod. Z dnešního hlediska by hmotný bod, nemající žádný objem nemohl být takto dobře použit pro rotaci kolem vlastní osy. Musel by se asi hmotný bod nahradit hmotným elementem elementárních rozměrů.

Na závěr se omlouvám, že kromě krátké faktické kritiky jsem uvedl také některé své názory a úvahy, které vyplynuly z mé dlouholeté metrologické činnosti. Byl bych vděčen za připomínky k tomuto příspěvku a vítal bych také disputaci.

.....

Veličina (měřitelná, měřená veličina, **měřená proměnná**) je vlastnost jevu nebo tělesa, kterou lze kvalitativně rozlišit, kvantitativně určit a která je předmětem měření, např. teplota, tlak. Veličina se často nahrazuje svým **symbolem**, např. p pro tlak. Rozměr veličiny je dán součinem rozměrových symbolů základních veličin soustavy jednotek, např. $L \cdot M \cdot T^{-2}$ pro sílu, nebo též $m \cdot kg \cdot s^{-2}$. Každá vlastnost ještě nemusí být veličinou, např. barva.

Hodnota veličiny (měřená hodnota) je kvantitativní určení veličiny vyjádřené součinem číselné hodnoty

a příslušné jednotky, např. 10 N, 1,25 Ω. Je-li tato veličina proměnná s časem nebo místem, hovoříme o **okamžité** nebo **místní** hodnotě.

Jednotka (měřicí) se udává svou značkou, např. značka jednotky tlaku, tj. pascalu je Pa.

Rozměr veličiny je výraz, který vyjadřuje veličinu nějaké soustavy jako součin mocnin jednotek základních

veličin této soustavy s číselným koeficientem rovným jedna. Nezaměňujte značku jednotky a rozměr

jednotky! Veličina tlak má jednotku pascal, jehož značka je Pa a rozměr $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$. Čas má jednotku

sekunda, jejíž značka je s a rozměr také s.

.....
.....

Zde naleznete přehled jednotek základních (SI), odvozených (SI) a vedlejších.

Odkaz z příslušné jednotky Vám poskytne bližší informace (definice, vysvětlení).

1. Základní jednotky

Veličina	Jednotka	
	Název	Značka
délka	metr	m
hmotnost	kilogram	kg
čas	sekunda	s
elektrický proud	ampér	A
termodynamická teplota	kelvin	K
svítivost	kandela	cd
látkové množství	mol	mol

2. Odvozené jednotky

Veličina		Jednotka	
Název	Rozměr	Název	Značka
rovinný úhel	1	radián	rad
prostorový úhel	1	steradián	sr
kmitočet	s^{-1}	hertz	Hz
síla	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	newton	N
tlak, mechanické napětí	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	pascal	Pa
energie, práce, teplo	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	joule	J
výkon	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$	watt	W
elektrický náboj	s.A	coulomb	C
elektrické napětí, el. potenciál, elektromotorické napětí	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$	volt	V
elektrická kapacita	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$	farad	F
elektrický odpor	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$	ohm	Ω
elektrická vodivost	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	siemens	S
magnetický indukční tok	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	weber	Wb

magnetická indukce	$\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-1}$	tesla	T
indukčnost, vzájemná indukčnost	$\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-2}$	henry	H
světelný tok	cd	lumen	lm
osvětlení	$\text{m}^{-2}\cdot\text{cd}$	lux	lx
aktivita	s^{-1}	becquerel	Bq
dávka	$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$	gray	Gy
ekvivalentní dávka	$\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$	sievert	Sv
katalytická aktivita	$\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$	katal	kat

veličina	definice veličiny	jednotka, rozměr	definiční vztah
U	Napětí se číselně rovná práci potřebné k přenesení náboje 1C mezi dvěma místy pole.	V ($\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1}$)	1V je napětí mezi dvěma místy pole, kde se náboje 1C se vykoná práce 1J.
I	Elektrický proud je náboj, který projde průřezem vodiče za určitou časovou jednotku.	A (A)	Ampér je stálý elektrický proud, který vyvolá sílu 2 × 10 ⁻⁷ N mezi dvěma rovnoběžnými přímkovými vodiči nekonečně dlouhými, zařazenými do vakuu ve vzdálenosti 1m, vyvolá napětí 2 × 10 ⁻⁷ V na jednotkové délky.
J	Vyjadřuje hustotu proudových čar procházejících kolmo stálým průřezem vodiče.	A m ⁻² ($\text{m}^{-2} \text{A}$)	
R	Vyjadřuje vlastnosti prostředí, kterým prochází el. Proud.	Ω ($\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-2}$)	Při napětí 1V a odporu 1 Ω proud je 1A.
E	Vyjadřuje spád napětí mezi dvěma uvažovanými body ve vodiči; je to vektor.	V m ⁻¹ ($\text{m kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$)	
P	Práce vykonaná za určitou časovou jednotku.	W ($\text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$)	
η	Je určena poměrem mezi spotřebovanou energií W_2 a en. Dodanou W_1 .		
G	Převrácená hodnota odporu.	S ($\text{kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3 \text{A}^2$)	Vodič má vodivost 1S pr.
Q=W	J. teplo je přímo úměrné na napětí, proudu a dobou po kterou proud prochází obvodem.	J ($\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$)	
α	Vyjadřuje zvětšení odporu z určitého materiálu při zvětšení teploty o 1K.	K ⁻¹ (K ⁻¹)	
ρ	Elektrický odpor vodiče jednotkové délky a jednotkového průřezu.		
γ	Převrácená hodnota rezistivity.		

<http://astronuklfyzika.cz/Gravitace2-9.htm> - Ullmann