

Měření fyzikálních veličin, jednotky SI

Fyzika popisuje přírodní jevy a chování „přírody“.

formy přírody: forma látková (hmotnost, objem.....)
 forma polní (elektrické pole, gravitační pole.....)

fyzikální měření – zjišťování kvality a kvantity dané **fyzikální veličiny**

fyzikální veličina - jednoznačně měřitelné či popsatelné charakteristiky nebo vlastnosti objektů, jevů či dějů (hmotnost m , délka l , proud I , síla F)

za fyzikální veličinu se nepovažuje subjektivní charakteristika (chuť, vůně, bolest atd.)

fyzikální jednotka – měřicí jednotka, která byla zvolena dohodou s ohledem na různé měrové systémy a historické aspekty

jednotka (kg, m, m/s, km, dm³, K, N, kg.m⁻².K⁻³,)

zápis: $X = \{Y\} \cdot [Z],$ $F = 50 \text{ N},$ $v = 2.35 \text{ m/s}$

X – fyzikální veličina

Y – číselná hodnota fyzikální veličiny

Z – jednotka fyzikální veličiny

Fyzikální veličiny - rozdělení

A) rozdělení dle charakteru

extenzivní veličiny – veličiny kvantity

jejich velikost je možné určit prostým sečtením
hmotnost, náboj, délka, obsah, objem

intenzivní veličiny – veličiny stavu (kvality)

pro jejich určení zavádíme stupnici stavů (např. teploměr)
napětí, teplota, intenzita pole

protenzivní veličiny – veličiny, které se neustále mění
čas

B) rozdělení podle „matematických“ vlastností (**opakování, samostudium**)

skalární veličiny – jedna složka, nemá orientaci, charakterizována pouze velikostí

vektorová veličina – určena velikostí a směrem (3 souřadnice)

tenzorová veličina – vektor vyššího řádu (napětí σ - 3 složky ve 3 rovinách)

Fyzikální jednotky – soustava SI

Fyzikální jednotka – představuje pevnou a stálou hodnotu veličiny, s níž jsou porovnávány veličiny téhož druhu
jedna fyz. veličina může mít nekonečné množství jednotek
zavedena Mezinárodní soustava jednotek SI

Mezinárodní soustava SI (Le Système International d'Unités)

má původ ve Francii za doby Velké Francouzské revoluce (1789 – 1799)

Mezinárodní soustava SI byla zavedena v roce 1960 na základě soustavy MKS

MKS = metr – kilogram – sekunda

v Československu byla soustava SI přijata v roce 1960

v České republice je používání soustavy SI dáno zákonem č505/1990 Sb (rok 1990)

jednotky základní

odvozené

vedlejší jednotky

násobné a dílčí

Základní jednotky SI

Základní zdefinované jednotky

definice např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Soustava_SI

nutné bezpodmínečně znát

Veličina (značka veličiny)	Jednotka	Značka
Délka (l)	metr	m
Hmotnost (m)	kilogram	kg
Čas (t)	sekunda	s
Elektrický proud (I)	ampér	A
Termodynamická teplota (T)	kelvin	K
Svítivost (I)	kandela	cd
Látkové množství (h)	mol	mol

Odvozené a doplňkové jednotky SI

Odvozené jednotky SI jsou odvozovány koherentně (jednotka, jejíž definiční rovnice, pomocí které je odvozena z jiných jednotek, obsahuje číselného součinitele rovnajícího se jedné).

např. http://cs.wikipedia.org/wiki/Soustava_SI, http://en.wikipedia.org/wiki/International_System_of_Units

Name	Symbol	Quantity	Expressed in terms of other SI units	Expressed in terms of SI base units
radian	rad	angle		$\text{m} \cdot \text{m}^{-1}$
steradian	sr	solid angle		$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$
hertz	Hz	frequency		s^{-1}
newton	N	force, weight		$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
pascal	Pa	pressure, stress	N/m^2	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
joule	J	energy, work, heat	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
watt	W	power, radiant flux	J/s	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
coulomb	C	electric charge or quantity of electricity		$\text{s} \cdot \text{A}$
volt	V	voltage (electrical potential difference), electromotive force	W/A	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
farad	F	electric capacitance	C/V	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
ohm	Ω	electric resistance, impedance, reactance	V/A	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
siemens	S	electrical conductance	A/V	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$
weber	Wb	magnetic flux	$\text{V} \cdot \text{s}$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
tesla	T	magnetic field strength	Wb/m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
henry	H	inductance	Wb/A	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
degree Celsius	$^{\circ}\text{C}$	temperature relative to 273.15 K		K
lumen	lm	luminous flux	$\text{cd} \cdot \text{sr}$	cd
lux	lx	illuminance	lm/m^2	$\text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$
becquerel	Bq	radioactivity (decays per unit time)		s^{-1}
gray	Gy	absorbed dose (of ionizing radiation)	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
sievert	Sv	equivalent dose (of ionizing radiation)	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
katal	kat	catalytic activity		$\text{s}^{-1} \cdot \text{mol}$
Notes 1. The radian and steradian , once given special status, are now considered dimensionless derived units. ^{[31]:3} 2. The ordering of this table is such that any derived unit is based only on base units or derived units that precede it in the table.				

Vedlejší jednotky

Vedlejší jednotky - byly dříve pro svoji všeobecnou rozšířenost a užitečnost řazeny do soustavy SI,
nejsou odvozeny ze základních jednotek
v současnosti se považují za mimosoustavové.
minuta, hodina, den, úhlový stupeň, úhlová minuta, (úhlová) vteřina, hektar, litr, tuna, elektronvolt, dalton, astronomická jednotka, Torr, atmosféra, kilopond, gauss a další

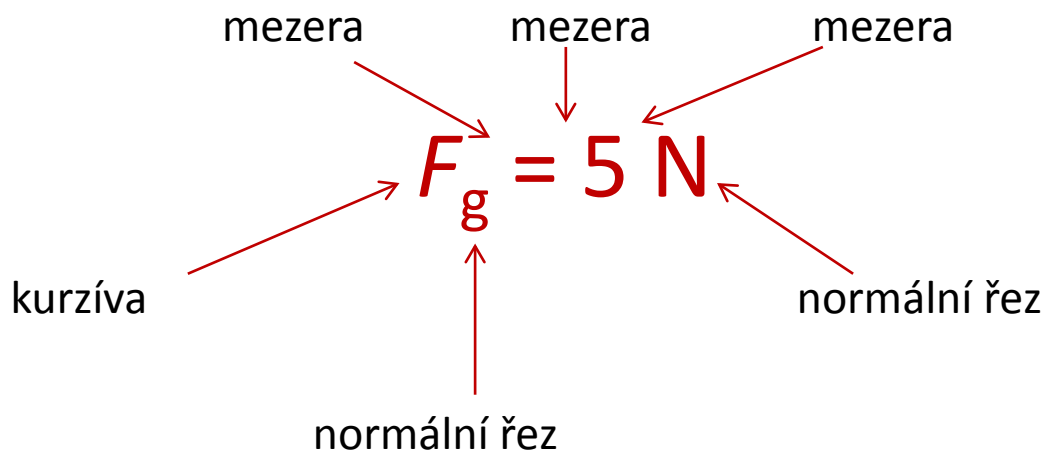
Násobky jednotek

Multiples	Name		deca-	hecto-	kilo-	mega-	giga-	tera-	peta-	exa-	zetta-	yotta-
	Prefix		da	h	k	M	G	T	P	E	Z	Y
	Factor	10^0	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}
Fractions	Name		deci-	centi-	milli-	micro-	nano-	pico-	femto-	atto-	zepto-	yocto-
	Prefix		d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
	Factor	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}

Psaní fyzikálních veličin

ČSN ISO 1000 (01 1301) je norma, která upravuje a normalizuje použití jednotek SI a jejich násobků a stanoví pravidla pro zápis značek jednotek.

Základní pravidlo při psaní: fyzikální veličina **KURZÍVOU** (F , B , a , m , H , μ , Φ)
jednotka **NORMÁLNÍM ŘEZEM** (kg, m, N, K, Hz, Wb ...)
m (hmotnost) vs. ***m*** (metr)
indexy píšeme běžným řezem písma
mezi každým znakem je mezera



Psaní fyzikálních veličin – časté chyby

a) **psaní mezer** mezi fyzikálními veličinami, matematickými znaky, číslem a jednotkou

mezera : psací stroj, dokument typu word vs. sazečské programy (LaTeX)

b) **psaní teček** (symbol krát) ve vztazích mezi jednotkami a veličinami

$\text{mK} \cdot \text{kg}$ = milikelvin x kilogram

$\text{m} \cdot \text{K} \cdot \text{kg}$ = metr x kelvin x kilogram

c) psaní vtaů, jednotek a veličin **na jeden řádek**

d) psaní pouze **plných názvů** nebo pouze **zkrácených názvů** (nekombinovat)

e) **psaní jednotek** se zlomkovou čarou (jmenovatel v závorkách)

f) pravidla pro **psaní vektorů** (šipky, tučná kurzíva)

g) **povýšená značka** – úhlové stupně (45°), teplotní stupně (30°C)

h) psaní **FORMÁLNĚ SPRÁVNÝCH** vztahů ($5 \cdot 10 = 50 \text{ N}$)

Fyzikální měření

Slouží k objevování nových nebo studiu již platných a věřených fyzikálních zákonů, závislostí, chování atd.

- a) měření fyzikální – studium chování přírody a přírodních zákonů
- b) měření technická – optimalizace, studium systémů a vzájemných interakcí

Fáze fyzikálních a technických měření:

- 1) příprava měření – nejdůležitější, nejodbornější, nejkvalifikovanější
- 2) měření – v současné době snaha o automatizaci
- 3) zpracování výsledků – protokol, vědecký článek, patent atd.

Příprava měření

Příprava na měření je jistě nejdůležitější a nejodbornější částí měření. Neexistují přesná pravidla, příprava je specifická dle konkrétního (typu) měření.

- a) co měřit, studium teorie, originalita měření, rešerše literatury
- b) detailní studium dosavadní teorie
- c) úkoly měření, metody měření, problematika zpracování dat, CHYBY měření
- d) náročné experimenty - modelové experimenty, numerické modelování
- e) CHYBY MĚŘENÍ - dostupnost přístrojů
 - chyby měřících přístrojů
 - zvolení vhodné měření metody a postupu
 - náročnost zpracování dat

chyba měření je dána veličinou/parametrem s největší chybou

- f) využití přístrojů a jejich obsluha při měření (náročnější fyzikální měření)
- g) vlivy ovlivňující experiment – tlak, teplota, el. rušení, vlhkost
- f) reprodukovatelnost – opakování experimentů a ověření výsledků (biologie, medicína)

Vlastní měření

Ve většině případů se jedná o pracné, opakující se postupy, které mohou být psychicky náročné a únavné. Mnohdy se může jednat i o „nekvalifikovanou práci“ (např. měření s kalibrovacím měřidlem velkého počtu výrobků).

- a) velmi často zatíženo subjektivní chybou
- b) snaha o automatizaci měření – eliminace subjektivních chyb
- c) samotný postup měření je již dán v přípravě na měření
- d) ověřování během měření - ověření funkce na začátku, během měření a po ukončení
- e) PRUBĚŽNÁ KONTROLA - měřené fyzikálních veličin (např. teplota)
 - průběžná změna (oxidace, čištění)
 - průběžný výpočet a kontrola naměřených výsledků

nevhodné: dlouhodobá a časově náročná měření bez zpětné kontroly a posouzení

Metody měření I

přímá – měříme veličinu přímo nebo ji lze vypočítat přímo z definičního vztahu
 $v = s / t$ – měříme s a měříme t

nepřímá – vychází ze vztahu k jiným veličinám se kterými podle definice přímo nesouvisí
(např. určení hustoty ze vztlakové síly apod.)

absolutní – určení absolutní hodnoty měřené veličiny (délka při měření metrem)

relativní – výsledkem je jen určitá poměrná poměrná (relativní) hodnota

- zavádění etalonů, komparačních měřidel
- arbitrary units – není dosaženo přesné kalibrace, či definice měřeného
- lepší jsou měření absolutní avšak bývají většinou obtížnější

substituční – měřenou veličinu porovnáváme s jinými veličinami téhož druhu, které s svou velikostí co nejvíce blíží měřené veličině

- měření odporů metodou substituční

Metody měření II

kompenzační – kompenzujeme účinek měřené fyzikální veličiny

- měřená veličina musí nabývat kladných i záporných hodnot (orientace)
- kompenzace do tzv. nulové výchylky
- kompenzace sil, proudů, napětí, momentů sil atd.

interpolační

metoda postupných měření

omezovací