

Soustava SI

Mezinárodní soustava jednotek SI (Système International d'Unités) definuje velikost fyzikálních veličin a jejich jednotek. Byla ustanovena společným rozhodnutím vyspělých zemí v roce 1960.

Ve fyzice se rozlišují dva druhy veličin:

Skaláry - jsou určeny pouze svou velikostí např. práce, energie, elektrický odpor, atp.

Vektory - jsou určeny nejen velikostí, ale i působištem, směrem a orientací např. síla, rychlost, elektrický proud, atp.

Jednotky soustavy lze rozdělit do několika kategorií:

- Základní
- Odvozené
- Násobné a dílčí
- Vedlejší

Základní jednotky

Jsou to vhodně zvolené základní veličiny a jejich jednotky. Každá základní veličina má jedinou hlavní jednotku, která slouží současně jako základní jednotka. v mezinárodní soustavě SI je sedm základních veličin a jednotek v dohodnutém pořadí:

Veličina	Značka veličiny	Jednotka	Značka jednotky
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

Existují ještě doplňkové jednotky

Veličina	Značka veličiny	Jednotka	Značka jednotky
Rovinný úhel	α, β, γ	Radián	rad
Prostorový úhel	Ω	Steradián	sr

Soustava SI jednotlivé veličiny definuje v současnosti takto:

metr

délka dráhy, kterou proběhne světlo ve vakuu za 1/299 792 458 sekundy.

kilogram

hmotnost mezinárodního prototypu kilogramu uloženého v mezinárodním úřadě pro váhy a míry v Sévres u Paříže. Prototyp (etalon) kilogramu je rovnostranný válec o průměru 38mm a je vyrobený ze slitiny platiny a iridia.

sekunda

doba rovnající se 9 192 631 770 periodám záření, které odpovídá přechodu mezi dvěma hladinami velmi jemné struktury základního stavu atomu cesia 133.

ampér

stálý elektrický proud, který při průchodu dvěma přímými rovnoběžnými nekonečně dlouhými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu umístěnými ve vakuu ve vzájemné vzdálenosti 1 metr vyvolá mezi nimi stálou sílu $2 \cdot 10^{-7}$ newtonu na 1 metr délky vodiče.

kelvin

1 kelvin je roven $1/273,16$ termodynamické teploty trojného bodu vody. Trojný bod vody je taková teplota při které se voda vyskytuje ve všech třech skupenstvích. Jeho hodnota je 273,16 K.

mol

mol je látkové množství soustavy, která obsahuje právě tolik elementárních jedinců (entit), kolik je atomů v 0,012kg uhlíku $^{12}\text{C}^6$.

kandela

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

Odvozené jednotky

Odvozené jednotky se tvoří kombinacemi (povoleny jsou výhradně součiny a podíly) základních jednotek, u významných veličin dostaly samostatné názvy.

Příklady: kilogram na metr krychlový, metr čtverečný, metr krychlový, metr za sekundu, atd.

Odvozené jednotky se samostatným názvem: Coulomb, Farad, Henry, Hertz, Joule, Lumen, Lux, Newton, Ohm, Volt, Pascal, Radián, Siemens, Sievert, Steradián, Tesla, Watt, Weber, stupeň Celsia

Násobné a dílčí jednotky

Násobné a dílčí jednotky se tvoří pomocí předpon, které také předepisuje norma. U názvu nesmí být použito více než jedné předpony. Předpony pro tvoření násobků a dílů jednotek podle třetí mocniny deseti jsou uvedeny v tabulce:

Předpona	Značka předpony	Exponenciální tvar	Číselné vyjádření
Exa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
Peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
Tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
Giga	G	10^9	1 000 000 000
Mega	M	10^6	1 000 000
Kilo	k	10^3	1 000
Základní jednotka	-	10^0	1
mili	m	10^{-3}	0,001
mikro	μ	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
piko	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001

Vyskytují se ještě vedlejší předpony odstupňované po jednom dekadickém řádu. Užívání těchto předpon je dovoleno jen ve zvláštních případech, tj. např. hektolitr (hl) nebo centimetr (cm).

Předpona	Značka předpony	Exponenciální tvar	Číselné vyjádření
hekto	h	10^2	100
deka	da	10^1	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01

Vedlejší jednotky

vedlejší jednotky nepatří do soustavy SI, ale norma povoluje jejich používání. Soustava SI akceptuje používat souběžně s jednotkami SI následující jednotky: minuta, hodina, den, úhlový stupeň, úhlová minuta, úhlová vteřina, hektar, litr, tuna.

Základní převody jednotek a vztahy mezi jednotkami

1. Jednotky délky

Základní jednotkou délky je jeden metr. Obecně platí, že jednotky délky se převádějí po jednom řádu; tedy:

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$$

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Teprve u menších jednotek už se převádějí po třech řádech:

$$1 \text{ milimetr} = 1\,000 \text{ mikrometrů}$$

$$1 \text{ mikrometr} = 1\,000 \text{ nanometrů}$$

Často potřebujeme i jednotky větší, než je metr, proto využíváme i jednotky násobné. Zde se vynechává dekametr a hektometr a používá se tedy rovnou kilometr. Platí:

$$1 \text{ km} = 1\,000 \text{ m}$$

Větší jednotka délky už se nepoužívá. Pokud bychom potřebovali vyjádřit ještě více jednotek základních, pak použijeme vyjádření ve tvaru $c \cdot 10^n$, tedy např.:

$$1 \text{ km} = 1 \cdot 10^3 \text{ m apod.}$$

Stejného vyjádření můžeme využít u velmi malých jednotek, tam pak ale vzniká exponent záporný. Např.: $1 \text{ m} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ km}$, $1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ km}$

2. Jednotky obsahu

Základní jednotkou obsahu je jeden metr čtverečný. Čtverečné jednotky se převádějí po dvou řádech; tedy:

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2$$

$$1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$$

Počet řádů je tedy vždy dvojnásobný, než u jednotek délkových. Analogicky tedy platí, že jeden milimetr čtverečný je jeden milion mikrometrů čtverečných, atd.

Pro vyjádření větších plošných rozměrů se používá jeden ar [a], případně jeden hektar [ha], eventuálně jeden kilometr čtverečný.

$$1\text{km}^2 = 100\text{ha}$$

$$1\text{ha} = 100\text{a}$$

$$1\text{a} = 100\text{m}^2$$

3. Jednotky objemu

Základní jednotkou objemu je jeden metr krychlový (v praxi totéž jako jeden metr kubický, případně zkráceně kubík). Krychlové jednotky se převádějí po třech řádech. Platí:

$$1\text{km}^3 = 1\,000\,000\,000\text{m}^3$$

$$1\text{m}^3 = 1\,000\text{dm}^3$$

$$1\text{dm}^3 = 1\,000\text{cm}^3$$

$$1\text{cm}^3 = 1\,000\text{mm}^3$$

U těchto jednotek se častěji setkáváme s vyjádřením ve tvaru $c \cdot 10^n$. Platí např.:

$$1\text{mm}^3 = 1 \cdot 10^{-3}\text{cm}^3$$

$$1\text{cm}^3 = 1 \cdot 10^{-3}\text{dm}^3$$

Nebo např.

$$1\text{mm}^3 = 1 \cdot 10^{-9}\text{m}^3$$

U objemu často používáme tzv. **jednotky dutých měř**:

Základní jednotkou objemu dutých měř je jeden litr. Tyto jednotky se převádějí po jednom řádu. Platí tedy:

$$1\text{l} = 10\text{dl}$$

$$1\text{dl} = 10\text{cl}$$

$$1\text{cl} = 10\text{ml}$$

Pro větší jednotky pak:

$$1\text{hl} = 100\text{l}$$

Samozřejmě existují tzv. můstky, kterými se můžeme dostat z jedné soustavy do druhé. Platí:

$$1\text{dm}^3 = 1\text{l}$$

$$1\text{cm}^3 = 1\text{ml}$$

$$1\text{m}^3 = 10\text{hl}$$

4. Jednotky hmotnosti

Základní jednotkou hmotnosti je jeden kilogram. Platí převodní vztahy:

$$1\text{kg} = 1\,000\text{g (gram)}$$

$$1\text{g} = 10\text{dg (decigram)}$$

$$1\text{dg} = 10\text{cg (centigram)}$$

$$1\text{cg} = 10\text{mg (miligram)}$$

A pro větší jednotku:

$$1\text{t} = 1\,000\text{kg (tuna)}$$

U jednotek stále ještě v praxi přetrvávají mezi lidmi starší vyjádření, a to dekagram (= 10 gramů) a metrický cent (= 100 kilogramů). Tyto jednotky už ale soustava SI nepovoluje.

5. Jednotky hustoty

Základní jednotkou hustoty je jeden kilogram na metr krychlový. Menší, často používaná, jednotka je pak gram na centimetr krychlový. Platí:

$$1\text{kg/m}^3 = 0,001\text{g/cm}^3, \text{ či spíše častěji používány převod } 1\text{g/cm}^3 = 1\,000\text{kg/m}^3$$

V praxi samozřejmě mohou existovat i jednotky hustoty jiné - např. g/dm^3 nebo kg/cm^3 , apod. Jejich odvození a převody už jistě každý zvládne sám vymyslet.

6. Jednotky času

U času se zachovala šedesátková soustava. Základní jednotkou času je jedna sekunda. Většími jednotkami jsou pak minuta, hodina, den. Platí:

$$1\text{d} = 24\text{h}$$

$$1\text{h} = 60\text{min}$$

$$1\text{min} = 60\text{s}$$

Postupem času se potřebovaly s vývojem techniky další menší jednotky, než je jedna sekunda. Zde se zůstalo už u soustavy desítkové a zavedla se milisekunda, či mikrosekunda. Platí:

$$1\text{ms} = 1 \cdot 10^{-3}\text{s}$$

7. Jednotky rychlosti

Základní jednotkou rychlosti je jeden metr za sekundu. velmi často v praxi používanou jednotkou je i kilometr za hodinu. Platí převodní vztah:

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

Mohou existovat i jednotky např. metr za hodinu, centimetr za sekundu, apod. Moc se ale nepoužívají a převodní vztahy určitě zvládne odvodit každý, kdo zvládá převody jednotek délky a převody jednotek času.