

# Fyzikální veličiny, soustava jednotek SI



## **Mars Climate Orbiter (1999)**

Použití dvou rozdílných soustav jednotek ( metric/imperial) vedla k programové chybě a zničení sondy.

## Fyzikální veličiny.

Fyzikální pojmy jsou definovány ve vztahu k materiálním objektům a pozorovaným dějům. Základním nástrojem k získání informací o kvantitativních a kvalitativních vlastnostech studovaných dějů a objektů je fyzikální experiment.

Číselné vyjádření množství dané vlastnosti (kvantita) spojené s fyzikální jednotkou (kvalita) nazýváme **fyzikální veličina**:

$$X = \{X\}[X]$$

$X$  je fyzikální veličina

$\{X\}$  je velikost fyzikální veličiny

$[X]$  je fyzikální jednotka (rozměr)

Definice:

**Fyzikální veličina je jednotou kvantity a kvality, jejíž je mírou.** (Fyzika, Horák, Krupka 1981.)

## Jednotky měření.

Množství určité experimentálně změřené fyzikální veličiny zjistíme, porovnáním s definitoricky zavedeným množstvím, **standardem**. Příkladem je vážení, standardní jednotkou s níž porovnáváme každé zvážené množství jakékoliv látky je 1 kilogram.

Ve fyzice je zavedeno velké množství fyzikálních veličin spojených s různými fyzikálními ději, neznamená to však, že každá fyzikální veličina má zaveden svůj zvláštní standard.

Ukazuje se, že skutečně nezávislých veličin je pouze několik. Mechanika vystačí pouze se třemi základními jednotkami: **délkou, časem a hmotností**.

Pro zbytek „nemechanických fyzikálních veličin“ potřebujeme znát pouze standardní jednotku **elektrického proudu**.

Jednotky ostatních veličin lze vyjádřit pomocí **základních standardních jednotek**.

### **Mezinárodní systém jednotek (SI).**

V roce 1971 na 14. Konferenci o váhách a mírách bylo vybráno 7 základních jednotek, které tvoří Systém základních jednotek SI soustavy.

## **Základních jednotky mezinárodní metrické soustavy SI.**

| <b>Fyzikální veličina</b> | <b>Značka</b> | <b>Jednotka</b> | <b>Značka</b> |
|---------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| Délka                     | $l$           | Metr            | m             |
| Hmotnost                  | $m$           | Kilogram        | kg            |
| Čas                       | $t$           | sekunda         | s             |
| Teplota (termodynamická)  | $T$           | Kelvin          | K             |
| Látkové množství          | $n$           | Mol             | mol           |
| Elektrický proud          | $I$           | Ampér           | A             |
| Svítivost                 | $I$           | Kandela         | cd            |

## Prefixy jednotek SI soustavy.

Prefixes for SI Units

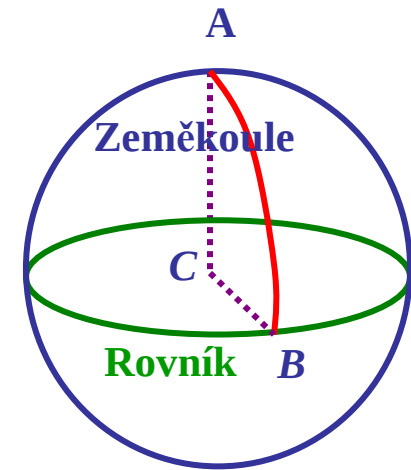
| Factor                       | Prefix <sup>a</sup> | Symbol                  |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| $10^{24}$                    | yotta-              | Y                       |
| $10^{21}$                    | zetta-              | Z                       |
| $10^{18}$                    | exa-                | E                       |
| $10^{15}$                    | peta-               | P                       |
| $10^{12}$                    | tera-               | T                       |
| <b><math>10^9</math></b>     | <b>giga-</b>        | <b>G</b>                |
| <b><math>10^6</math></b>     | <b>mega-</b>        | <b>M</b>                |
| <b><math>10^3</math></b>     | <b>kilo-</b>        | <b>k</b>                |
| $10^2$                       | hecto-              | h                       |
| $10^1$                       | deka-               | da                      |
| $10^{-1}$                    | deci-               | d                       |
| <b><math>10^{-2}</math></b>  | <b>centi-</b>       | <b>c</b>                |
| <b><math>10^{-3}</math></b>  | <b>milli-</b>       | <b>m</b>                |
| <b><math>10^{-6}</math></b>  | <b>micro-</b>       | <b><math>\mu</math></b> |
| <b><math>10^{-9}</math></b>  | <b>nano-</b>        | <b>n</b>                |
| <b><math>10^{-12}</math></b> | <b>pico-</b>        | <b>p</b>                |
| $10^{-15}$                   | femto-              | f                       |
| $10^{-18}$                   | atto-               | a                       |
| $10^{-21}$                   | zepto-              | z                       |
| $10^{-24}$                   | yocto-              | y                       |

<sup>a</sup>The most frequently used prefixes are shown in bold type.

## Délka.

Jednotkou délky je 1 metr, značka 1m. Do roku 1792 byl metr definován jako jedna-desetimilióntina vzdálenosti od severního pólu a rovníku.

$$1 \text{ m} \equiv \frac{AB}{10^7}$$

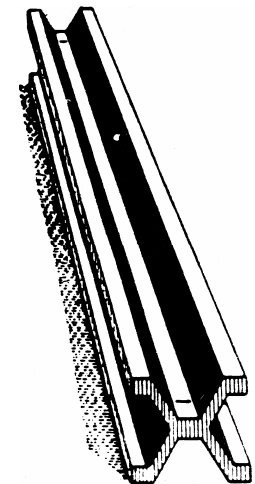


Z praktických důvodů byla později definice metru změněna a metr byl definován jako vzdálenost rysek na **platino-iridiovém standardu metru**.

Od roku 1983 je jeden metr definován:

1 metr, 1 m, je délka dráhy, kterou urazí světlo ve vakuu za 1/299 792 458 sekundy.

Důvodem pro zavedení této definice byla především vysoká přesnost měření rychlosti světla.

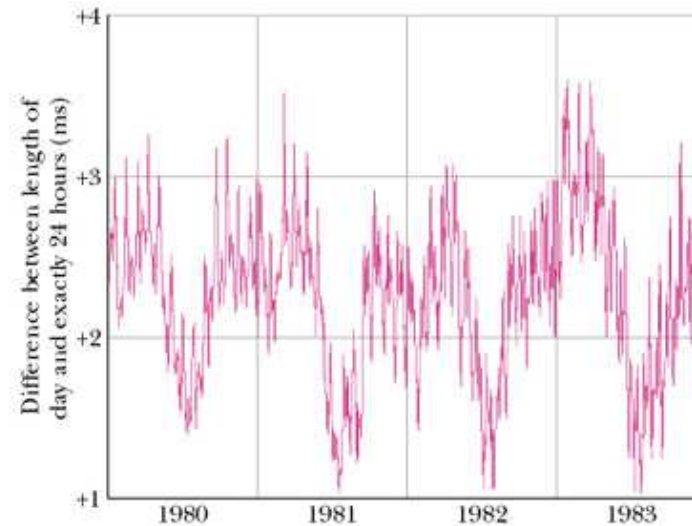


# Čas

Jednotkou času je 1 sekunda, značka 1s. Dříve byla sekunda definována jako:

$$1 \text{ second} \equiv \frac{1}{24 \times 60 \times 60}$$

doby za kterou se Země otočí jednou dokola okolo své osy.



Problém s touto definicí je, že rychlost otáčení Země není konstantní.

Nová definice (1967):

1 sekunda je definována jako doba trvání **9192631770 oscilací světla emitovaného atomem cesia-133.**

Tato definice je natolik přesná, že dvoje cesiové atomové hodiny by se za 6000 let rozešly pouze o 1 sekundu.

# Hmotnost.

Jednotkou hmotnosti je 1 kilogram, značka 1 kg. Jeden kilogram je jediná fyzikální jednotka smluvně definovaná. Realizací 1 kilogramu je platino-iridiovým válcový standard.

Jednotkou hmotnosti vhodnou především pro „vážení“ na atomární a molekulární úrovni je atomová hmotnostní jednotka 1u (1u), někdy též dalton (Da) Je zavedená jako alternativní hmotnostní standard.

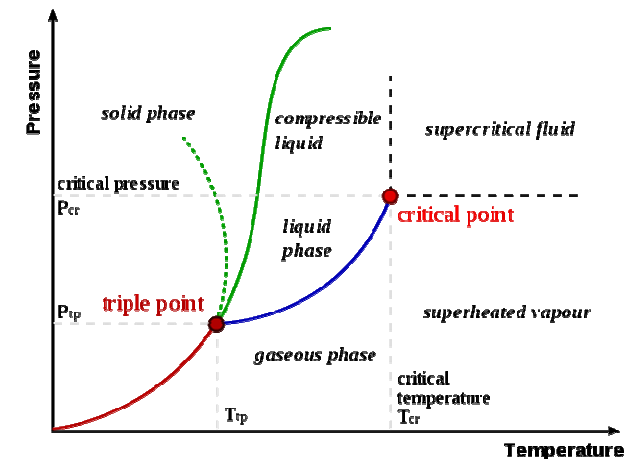
$$1 \text{ u} = 1,66053886 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

1 atomová hmotnostní jednotka je definována jako (1/12) hmotnosti izolovaného izotopu atomu uhlíku-12 v klidu a v základním stavu.



# Termodynamická teplota.

Jednotkou termodynamické teploty je 1 Kelvin, značka 1K. Kelvin je definován jako 1/273,16 část termodynamické teploty trojného bodu vody.





## Látkové množství.

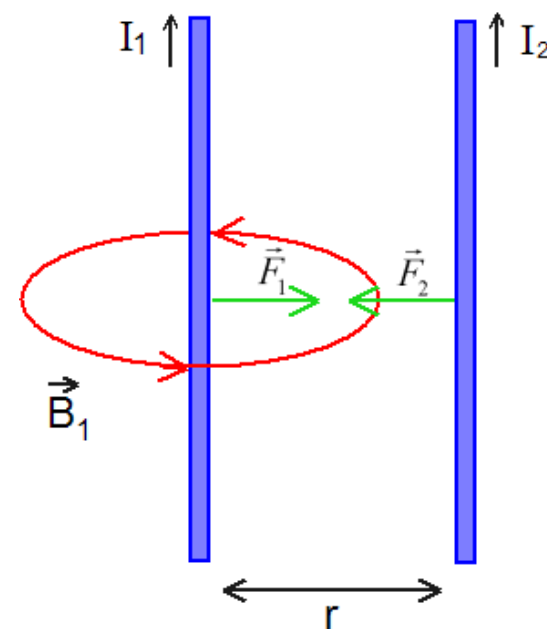
Jednotkou látkového množství je 1 Mol, značka 1M, je to takové množství látky, které obsahuje tolik elementárních částic, kolik je atomů obsažených ve 12 g uhlíku  $^{12}\text{C}$ .

Avogadrova konstanta  $N_A$  - počet elementárních částic v 1 molu látky:

$$N_A = 6,02214179 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

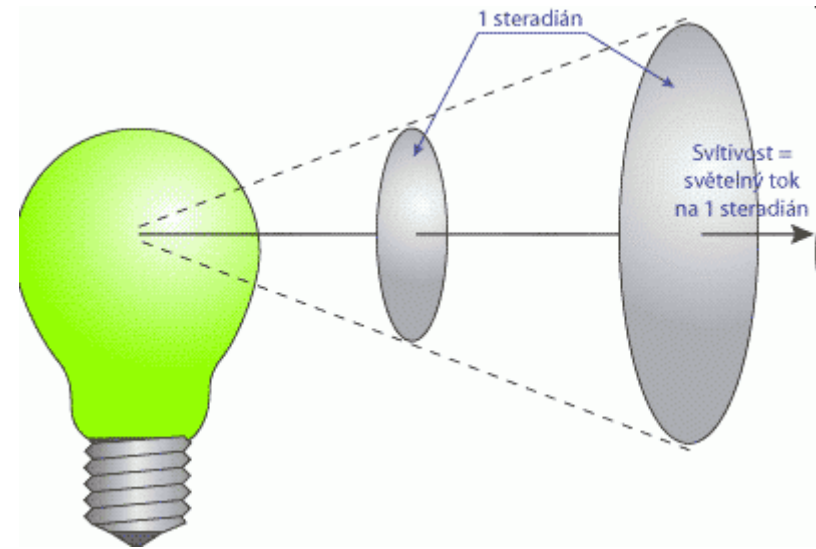
## Elektrický proud.

Jednotkou elektrického proudu je 1 Ampér, značka 1A, je takový elektrický proud, který ve dvou přímých rovnoběžných vodičích o nekonečné délce a zanedbatelném průřezu vzájemně vzdálených ve vakuu jeden metr, vyvolá mezi těmito vodiči sílu rovnou  $2 \times 10^{-7} \text{ N}$  na jeden metr délky.



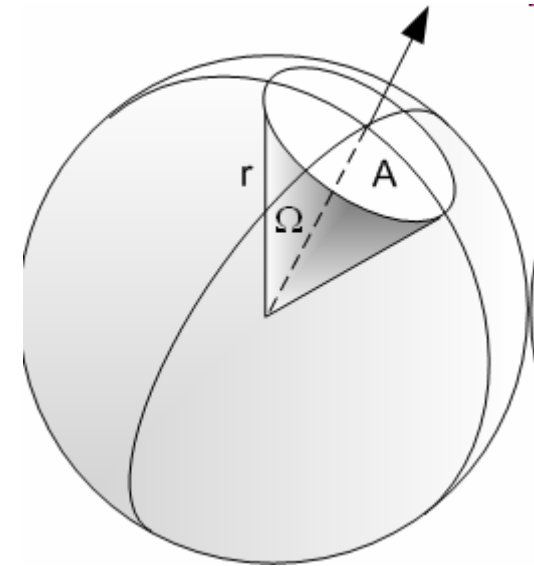
## Svítivost.

Jednotkou svítivosti v soustavě SI je 1 Kandela, značka 1cd, je to svítivost monochromatického zdroje o frekvenci  $540 \times 10^{12}$  Hz, jehož zářivost v daném směru činí  $1/683$  wattů na steradián.



Jednotka prostorového úhlu v soustavě SI je 1 Steradián, 1 Sr, definovaný:

1 Sr je prostorový úhel, který vymezí ze středu na jednotkové kouli jednotkovou plochu (nebo na kouli o poloměru  $r$  plochu  $r^2$ ).

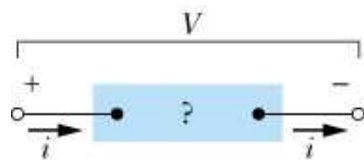


## Fyzikální zákon.

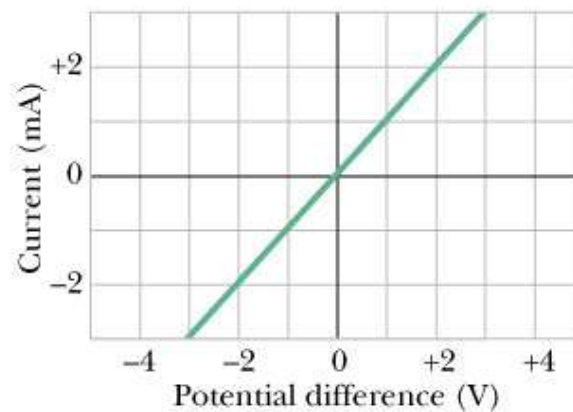
Úkolem fyziky je nejen shromažďovat a zaznamenávat pozorované skutečnosti reprezentované fyzikálními veličinami, ale především najít a zorganizovat v logický systém- **vztahy mezi fyzikálními veličinami**. Vztahy mezi fyzikálními veličinami zapisujeme formou matematických rovnic a označujeme je “fyzikální zákony”. Příkladem je **Ohmův zákon**.

**Ohmův zákon** vyjadřuje souvislost mezi velikostí elektrického proudu  $I$  procházejícího elektrickým odporem  $R$  v závislosti na změně elektrického napětí  $U$  na obou svorkách odporu. Matematickým vyjádřením této závislosti je **Ohmův zákon**:

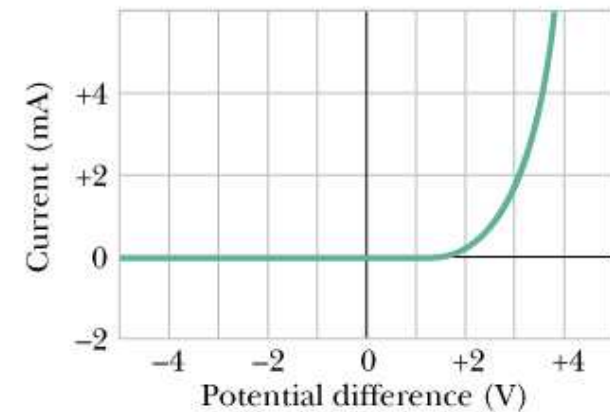
$$R = \frac{V}{I} = \text{const.}$$



(a)



(b)



(c)