

Fyzikální metody a veličiny, vektorový počet

FYZ1 - Přednáška 1
Literatura: HRW, kapitoly 1+3



Obory fyziky

- Astronomie
- Akustika
- Mechanika
- Elektřina a magnetismus
- Optika
- Molekulová fyzika a termodynamika
- Jaderná fyzika a atomistika
- Fyzika vysokých energií, plazmatu, nanotechnologie, elektronika,.....

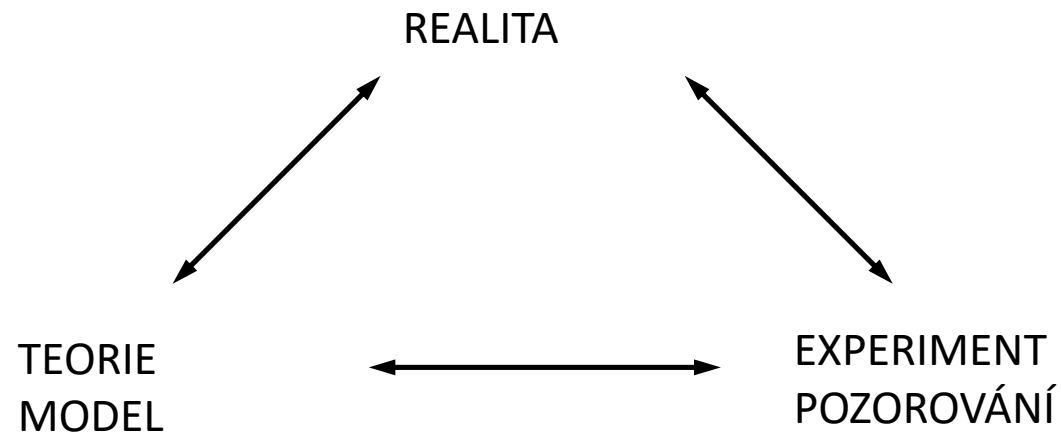


Fyzikální poznávání

Deduktivní a induktivní metoda



Francis Bacon
(*1561 - †1626)



Základní pojmy fyziky

- Fyzikální veličiny

Např. délka $x = \{x\}[x]$ ($l = 5m$)

- Fyzikální zákony

Např. Newtonův zákon síly

$$F = ma$$



Jednotky fyzikálních veličin

Soustava jednotek SI

- Základní
- Doplnkové
- Odvozené
- Násobky a díly jednotek
- ...



Základní jednotky

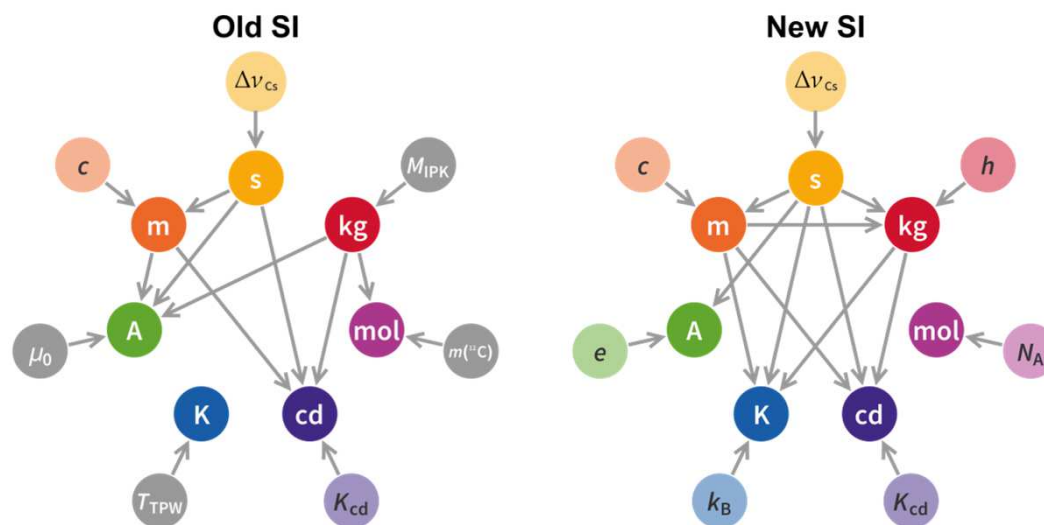
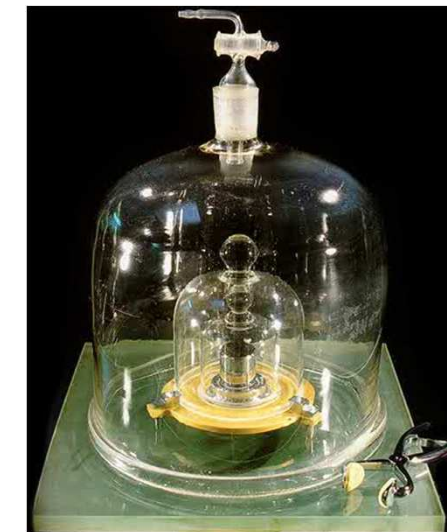
- Hmotnost kg
- Délka m
- Čas s
- Absolutní teplota K
- Látkové množství mol
- Elektrický proud A
- Svítivost cd



Definice základních jednotek SI

Přecházíme od normálů/prototypů k metodám realizace jednotky

- stanovením přesné číselné hodnoty určité fyzikální konstanty



Volba fyzikálních konstant

- **frekvence záření**, které vzniká při přechodu atomu cesia 133 mezi dvěma energetickými hladinami velmi jemné struktury základního stavu: $\Delta V_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770\text{ Hz}$;
- **rychlost světla ve vakuu**: $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$;
- **Planckova konstanta**: $h = 6,626\,070\,15 \times 10^{-34}\text{ J s}$;
- **elementární náboj**: $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}\text{ C}$;
- **Boltzmannova konstanta**: $k = 1,380\,649 \times 10^{-23}\text{ J/K}$;
- **Avogadrova konstanta**: $N_{\text{A}} = 6,022\,140\,76 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$;
- **světelná účinnost** monochromatického záření o frekvenci 540 THz: $K_{\text{cd}} = 683\text{ lm/W}$.



Definice základních jednotek SI

Sekunda - na základě vlastností atomu cesia
(atomové hodiny).

Metr - s využitím předchozí definice sekundy na
základě pevné hodnoty rychlosti světla ve
vakuu.

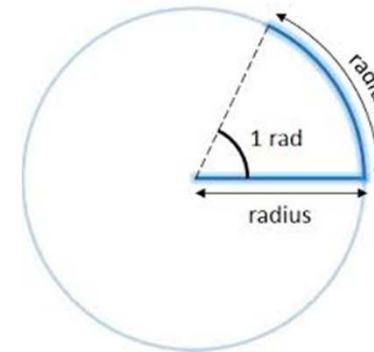
Kilogram – s využitím Planckovy konstanty
($E = hf$) a rychlosti světla ($E = mc^2$)



Doplňkové jednotky

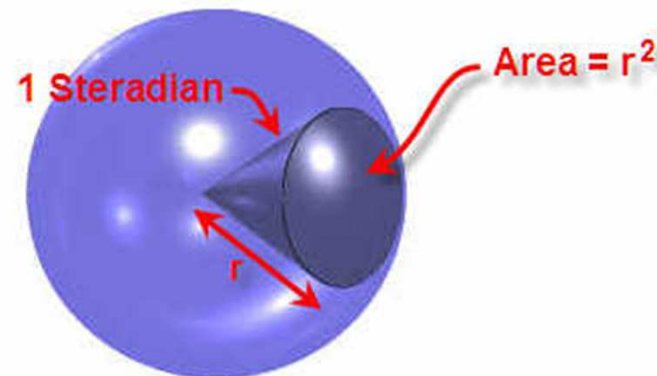
- Radian – plný úhel = 2π rad

Plošný úhel = délka oblouku / r



- Steradian – plný úhel = 4π sr

Prostorový úhel = Povrch kulového vrchlíku / r^2



Odvozené jednotky

Odvozování pomocí fyzikálních zákonů

$$F = ma$$

$$\{F\} = \{m\}\{a\}$$

$$[F] = [m][a] = \text{kgms}^{-2}$$

Rozměrová analýza



Násobky a díly jednotek

Násobky

10^1 deka

10^2 hekto

10^3 kilo

10^6 mega

10^9 giga

10^{12} tera

Díly

10^{-1} deci

10^{-2} centi

10^{-3} mili

10^{-6} mikro

10^{-9} nano

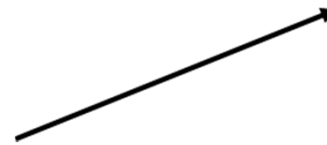
10^{-12} piko



Vektorový počet

- Skalár – a, b, c, \dots

- Vektor – v_i, x_i, y_i, \dots



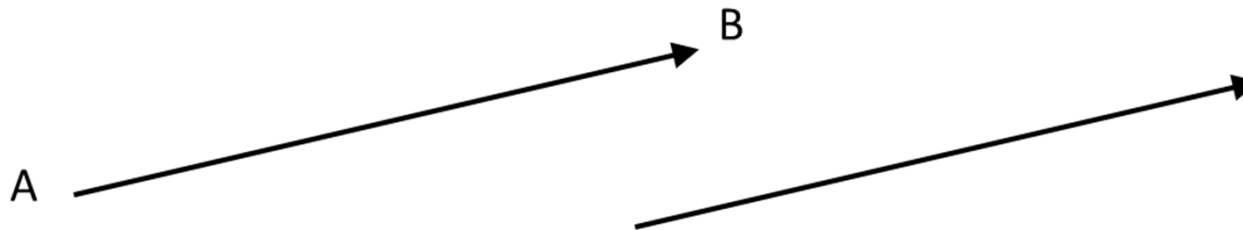
- Tenzory vyšších řádů – t_{ij}, k_{ijmn}

$$t_{ij} = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} \end{pmatrix}$$



Vektory

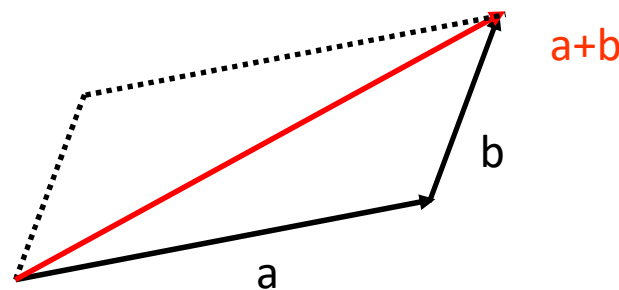
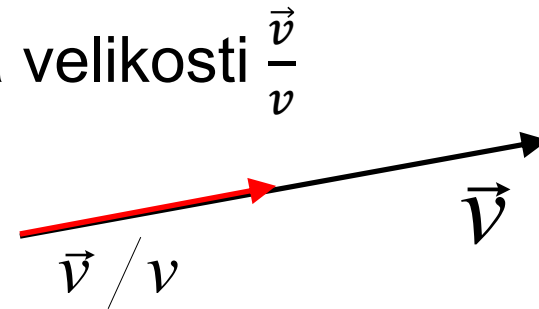
- Objekty s jedním indexem – uspořádané trojice čísel (x_1, x_2, x_3) – různé podle souřadného systému
- Zobrazení pomocí orientované úsečky – **AB**



Rovnost vektorů – všechny složky

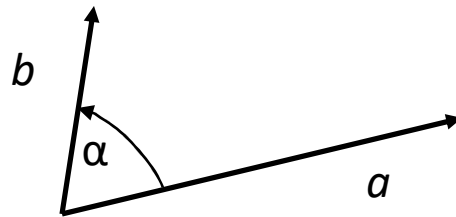
Operace s vektory

- Velikost vektoru $|\vec{v}| = v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2}$
- Násobení vektoru číslem – změna velikosti $\frac{\vec{v}}{v}$
- Jednotkový vektor
- Sčítání vektorů $\vec{a} \pm \vec{b} = (a_1 \pm b_1 \quad a_2 \pm b_2 \quad a_3 \pm b_3)$



Skalární součin vektorů

- Ze dvou vektorů – skalár



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha$$

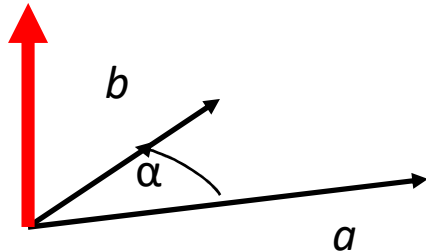
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3$$

- Úhel mezi vektory $\cos \alpha = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{ab}$

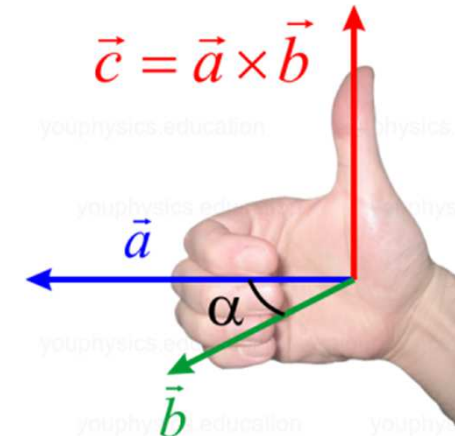


Vektorový součin vektorů

- Ze dvou vektorů – vektor



$$|\vec{a} \times \vec{b}| = ab \sin \alpha$$



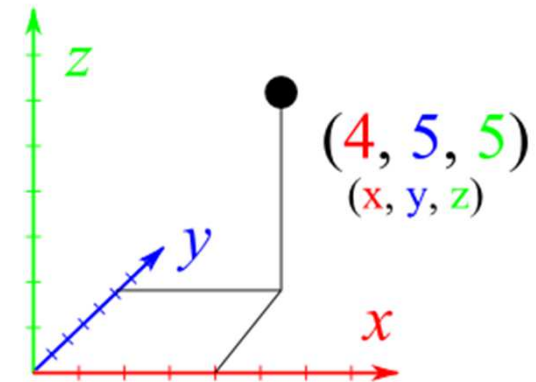
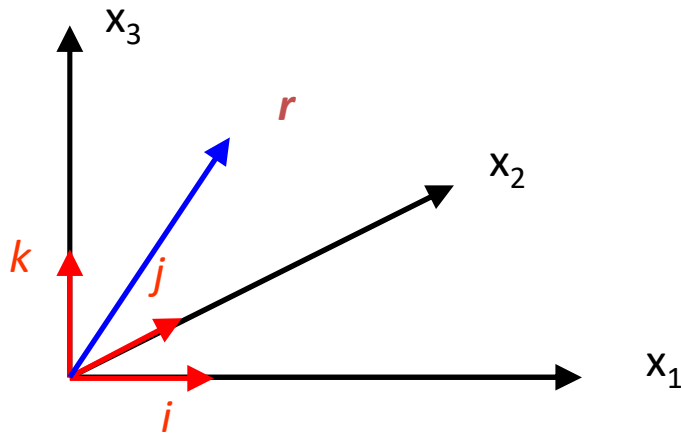
$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_2b_3 - a_3b_2 \quad a_3b_1 - a_1b_3 \quad a_1b_2 - a_2b_1)$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix}$$



Souřadnice

- Souřadný kartézský systém – 3 osy, pravotočivé

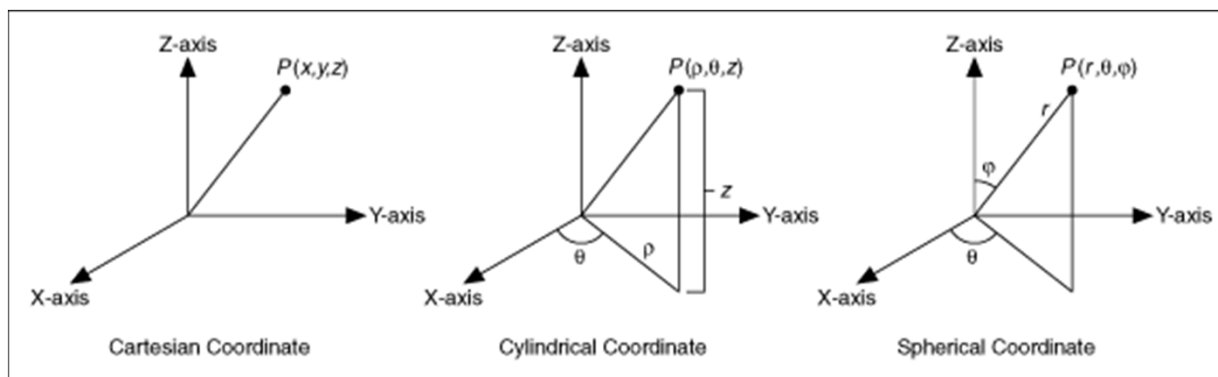
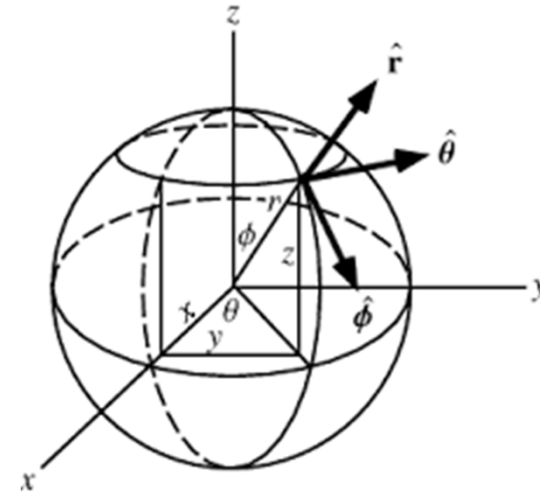


$$\vec{r} = r_1 \vec{i} + r_2 \vec{j} + r_3 \vec{k}$$
$$\vec{i} = (1 \ 0 \ 0), \vec{j} = (0 \ 1 \ 0), \vec{k} = (0 \ 0 \ 1)$$



Křivočaré souřadnice

- Sférické
- Cylindrické
- Eliptické
- ...



Derivace a integrál z vektorové funkce

$$\text{Vektor } \vec{v}(x) = (v_1(x) \quad v_2(x) \quad v_3(x))$$

Derivace vektorové funkce

$$\frac{d\vec{v}(x)}{dx} = \left(\frac{dv_1(x)}{dx} \quad \frac{dv_2(x)}{dx} \quad \frac{dv_3(x)}{dx} \right)$$

Integrál z vektorové funkce

$$\int \vec{v}(x) dx = \left(\int v_1(x) dx \quad \int v_2(x) dx \quad \int v_3(x) dx \right)$$

