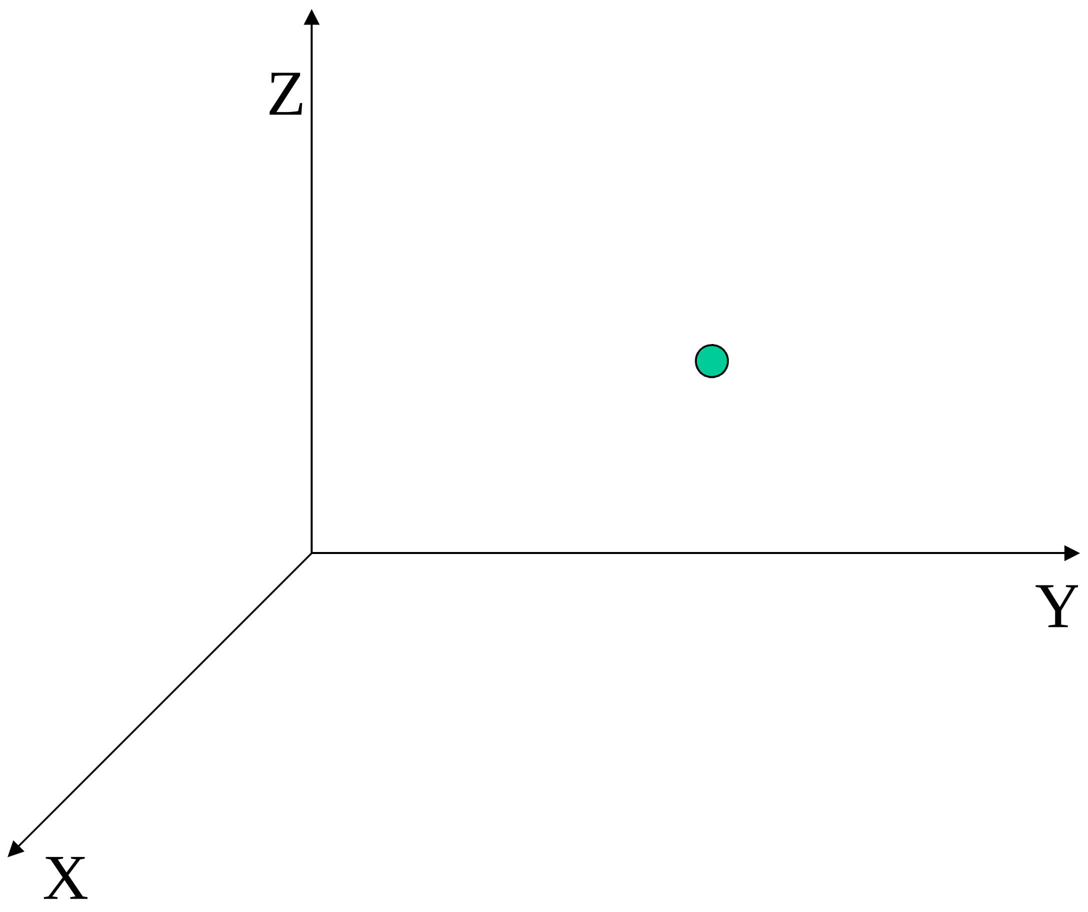
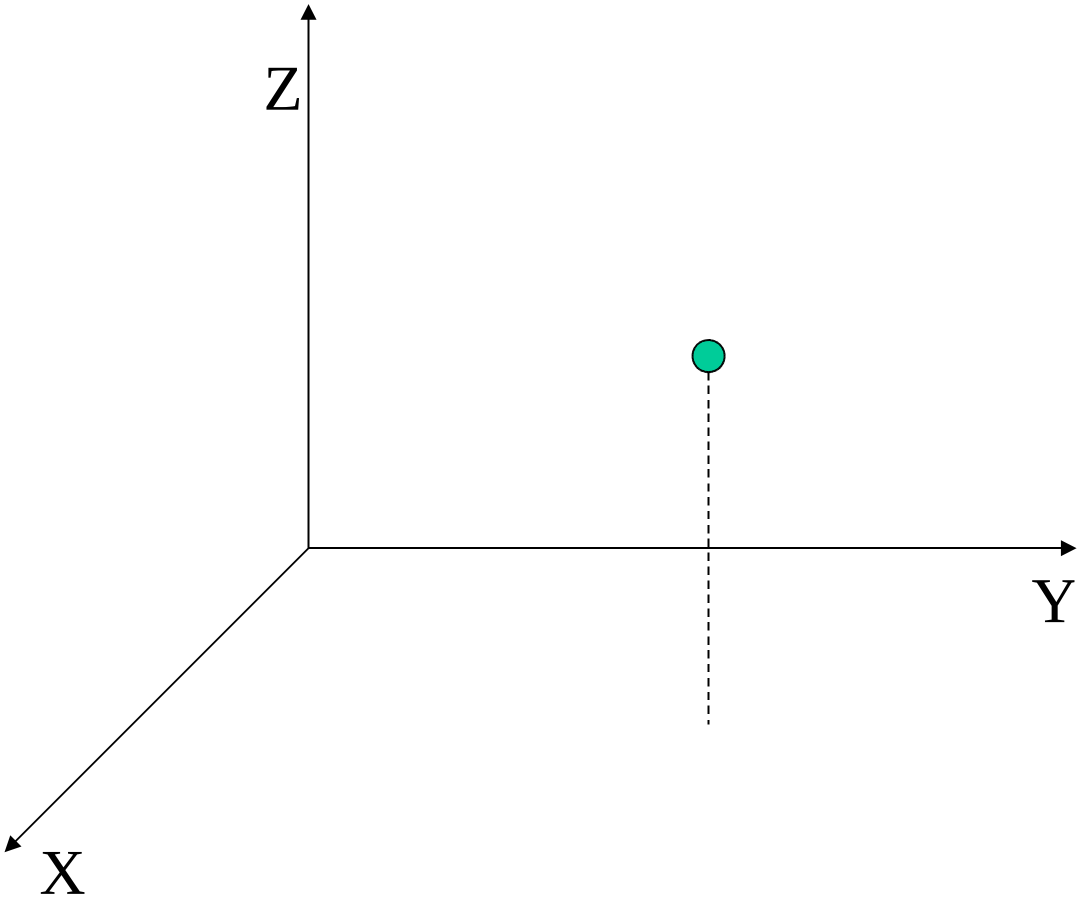
souřadné systémy

- geometrické určení polohy
- pevně spojené se vztažným tělesem

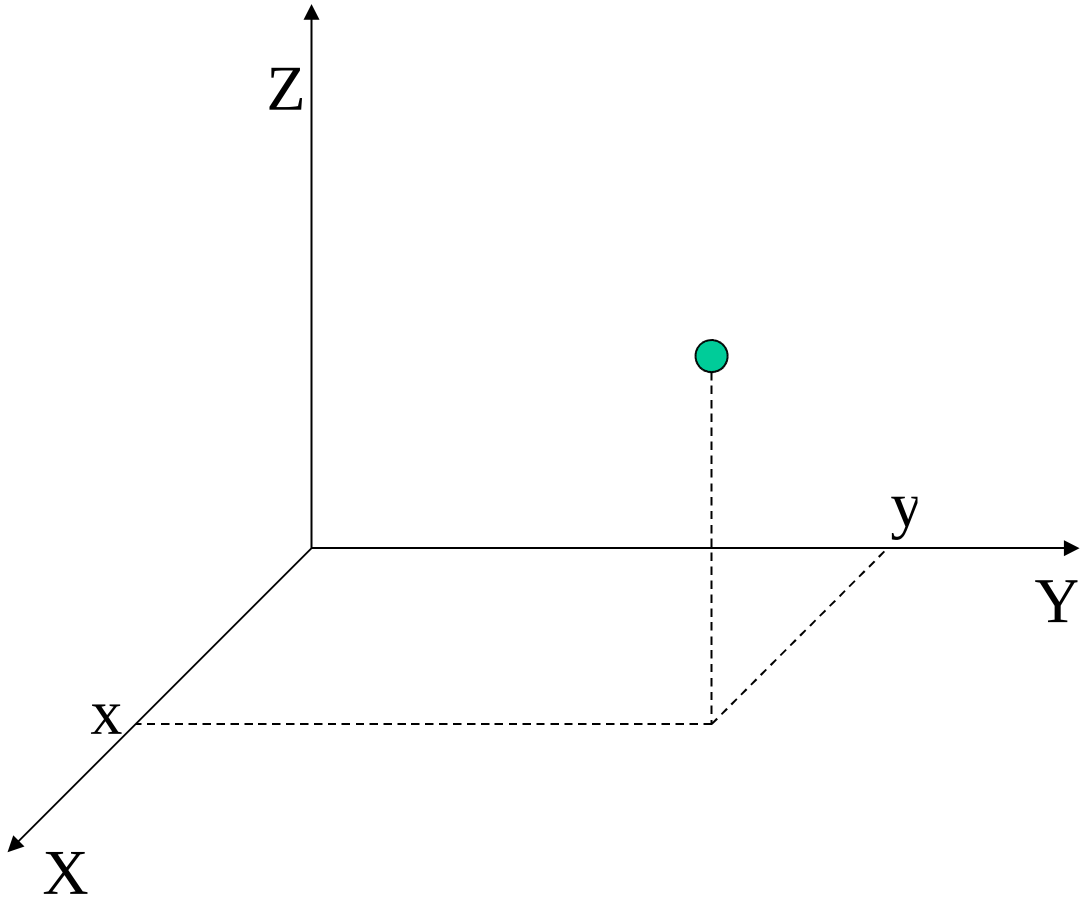
kartézský souřadný systém



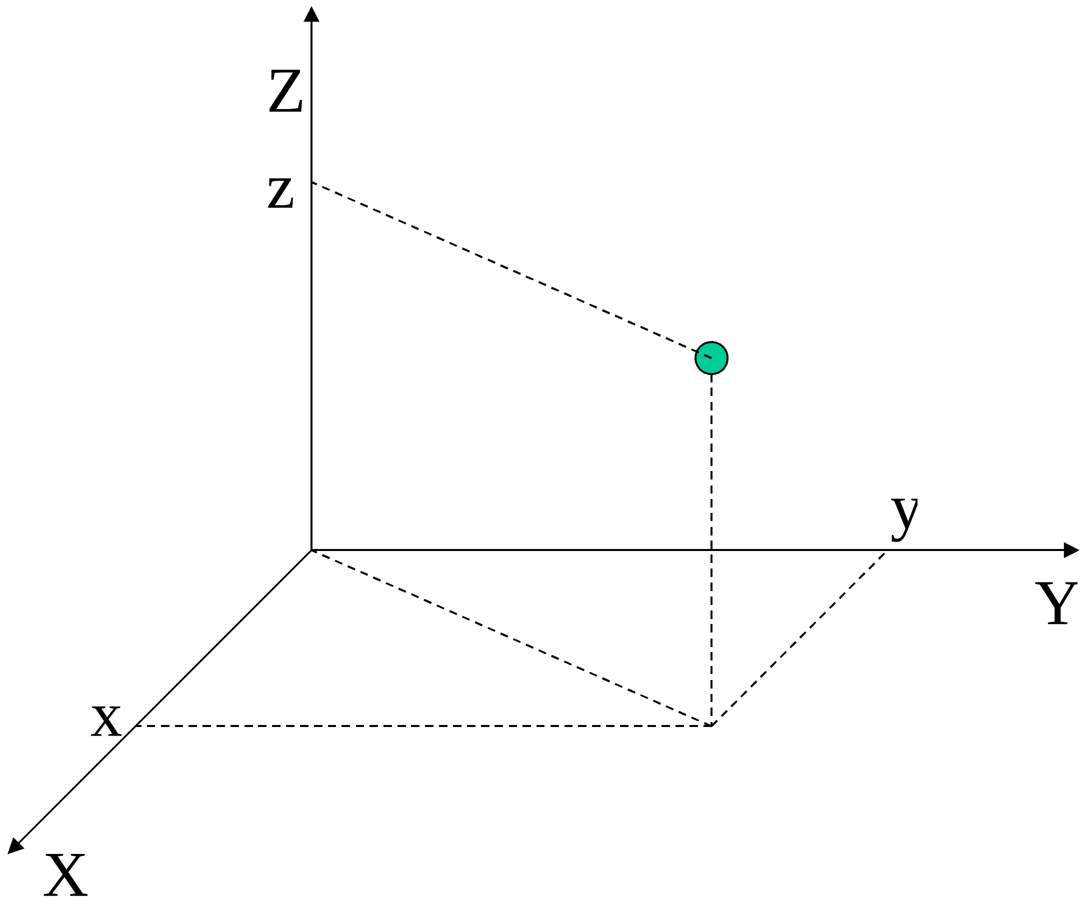
kartézský souřadný systém



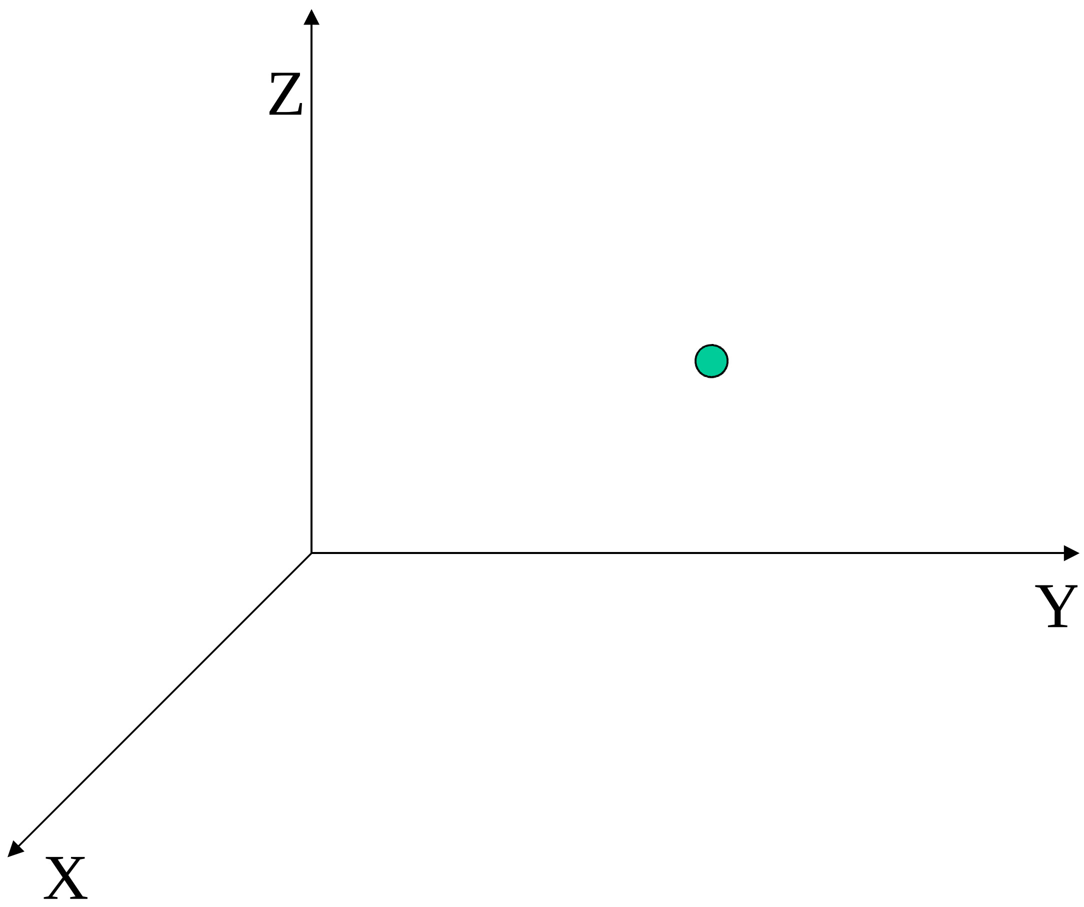
kartézský souřadný systém



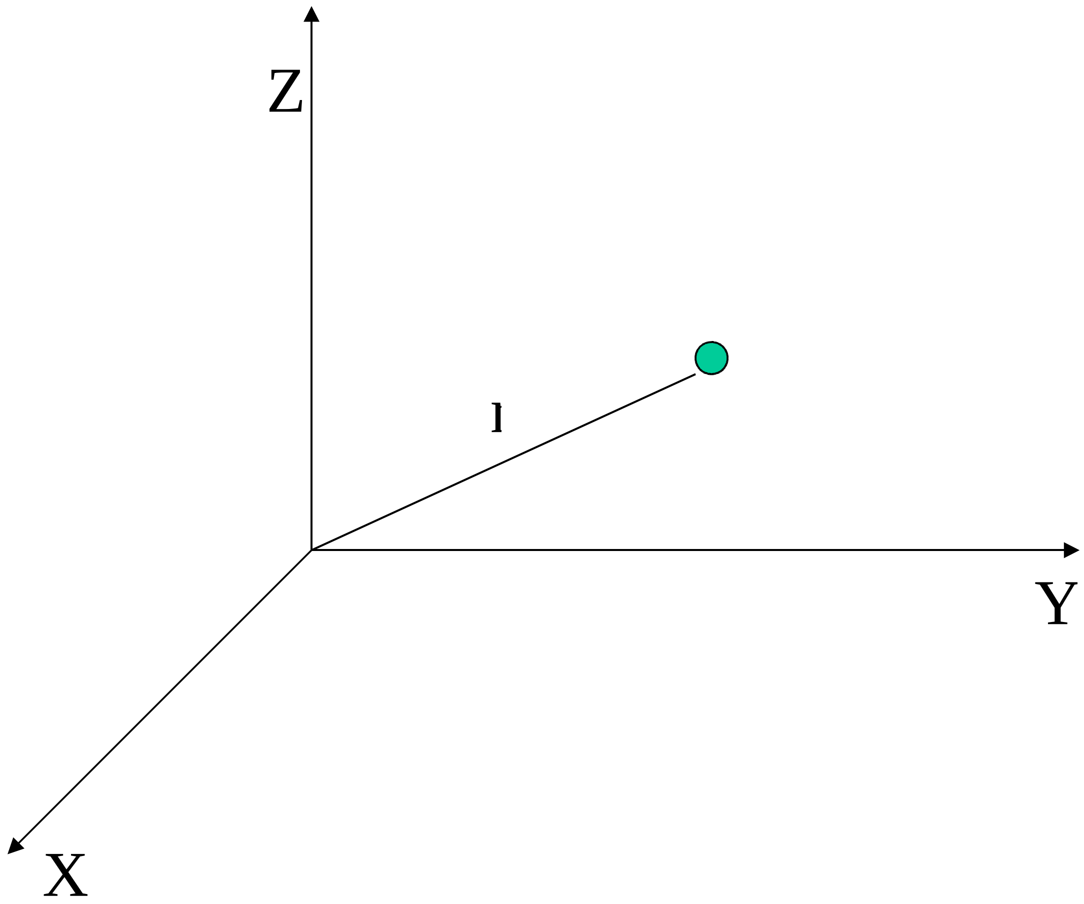
kartézský souřadný systém



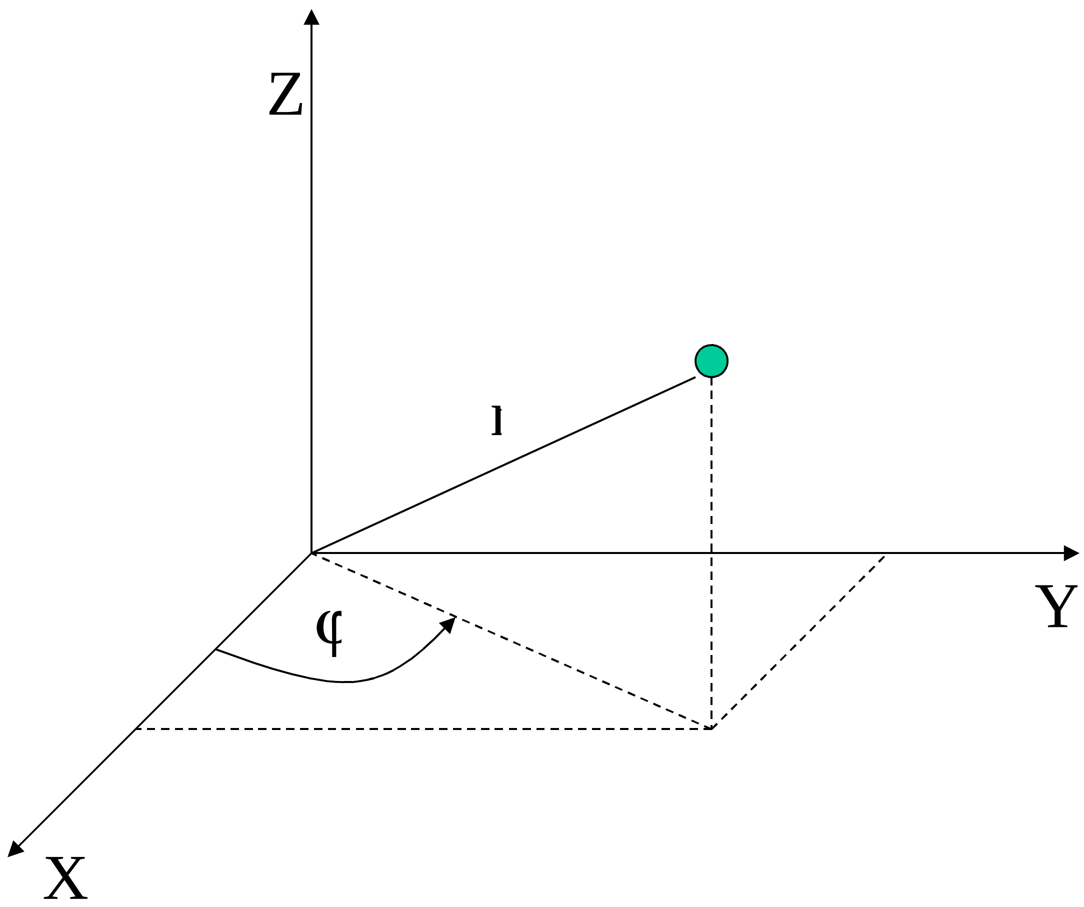
sférický souřadný systém



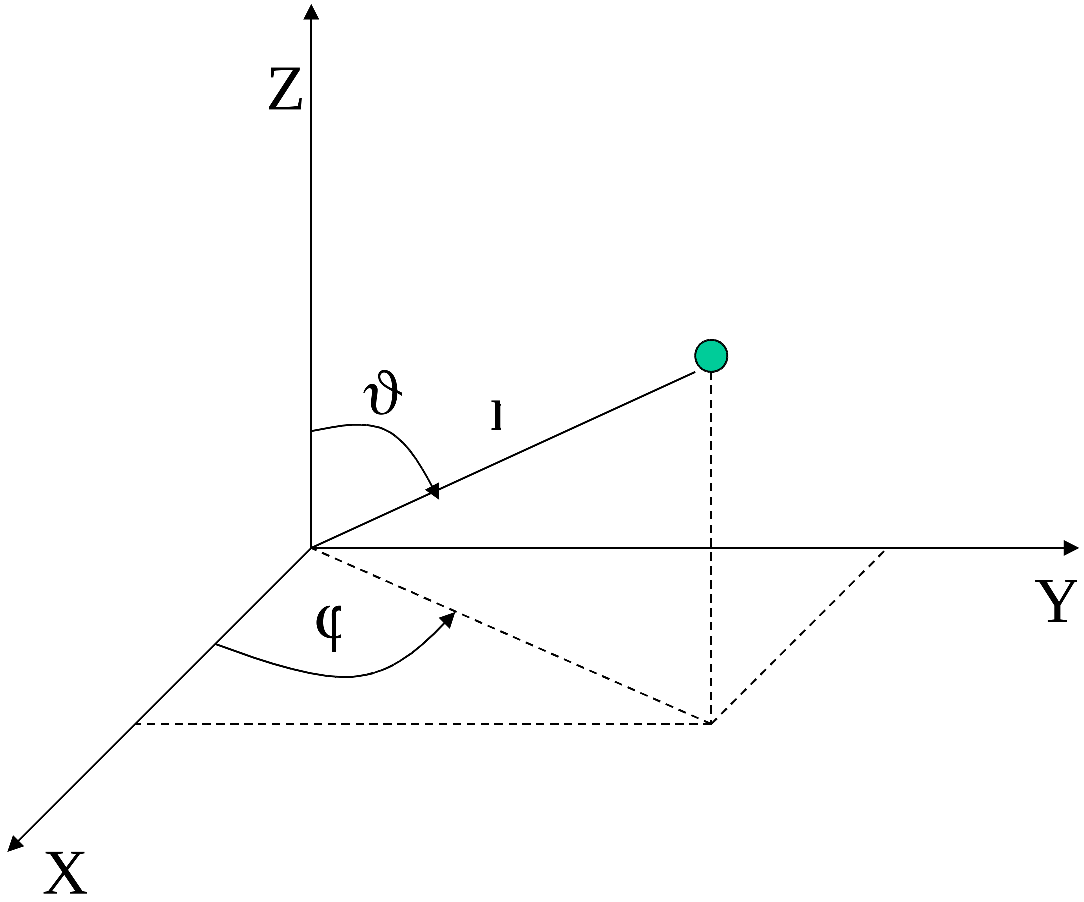
sférický souřadný systém



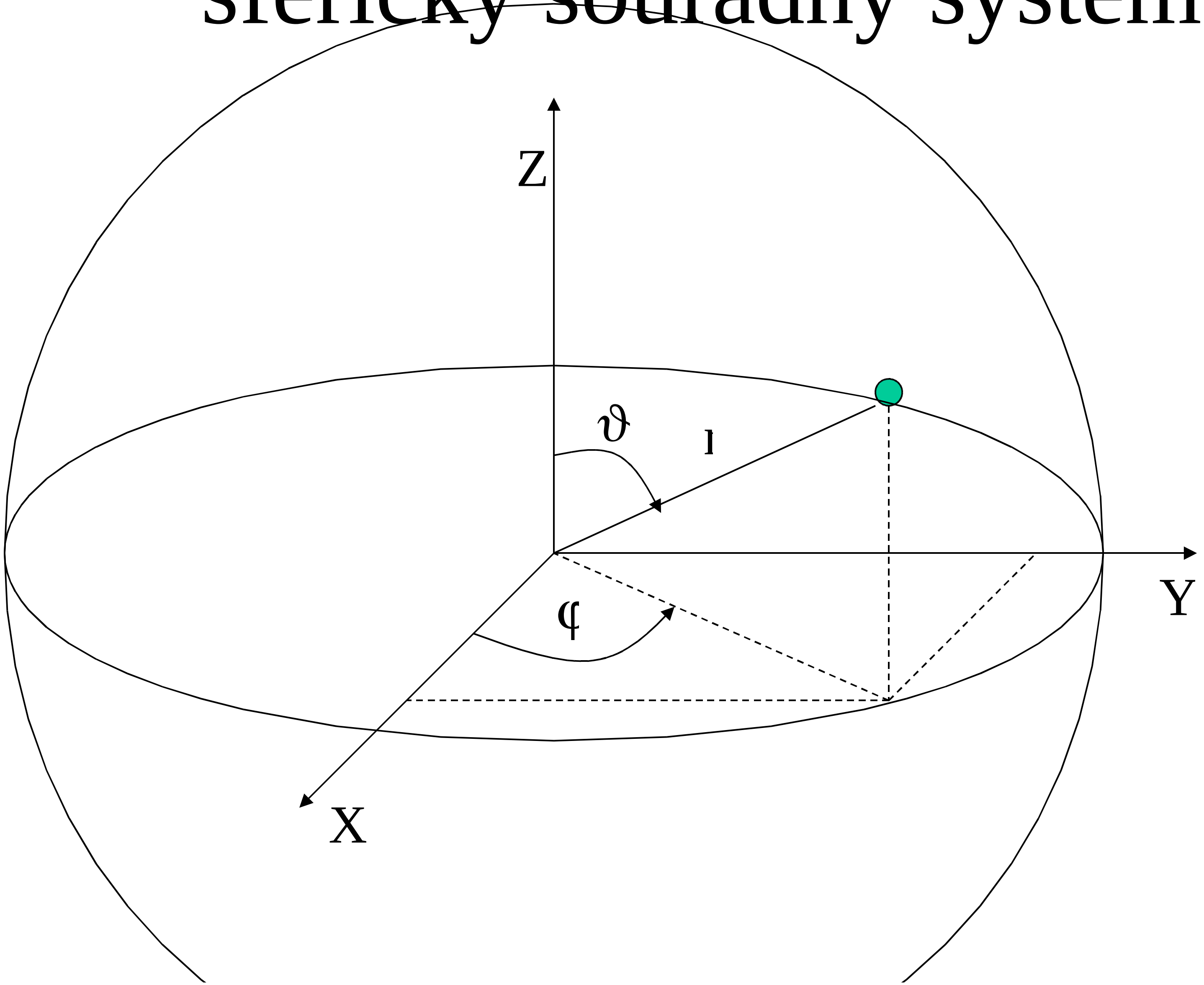
sférický souřadný systém



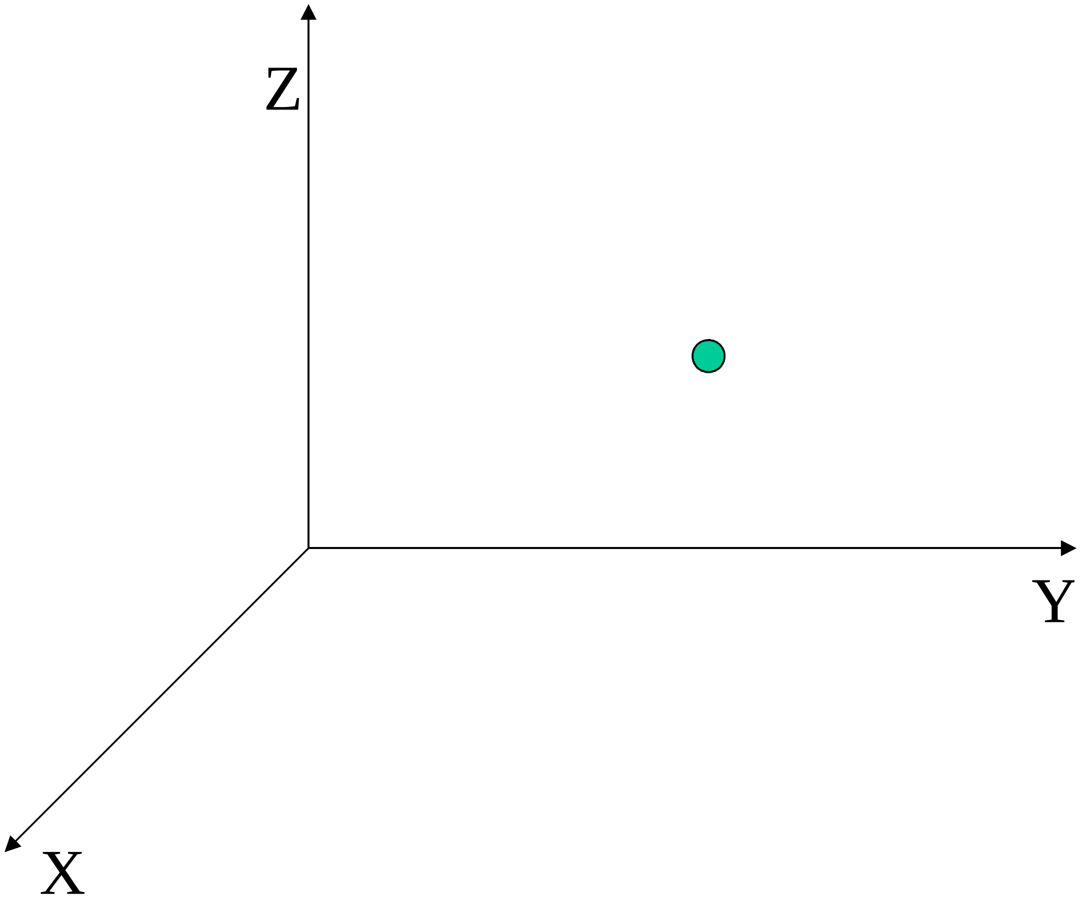
sférický souřadný systém



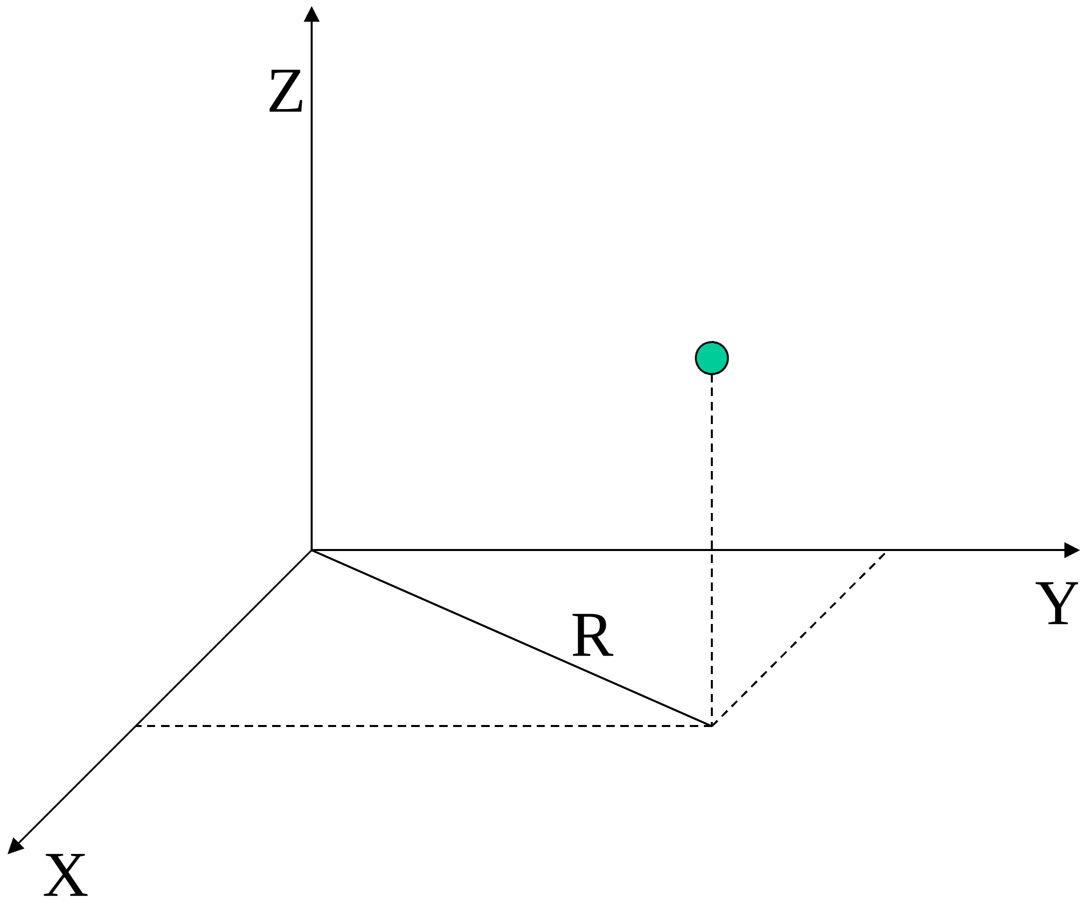
sférický souřadný systém



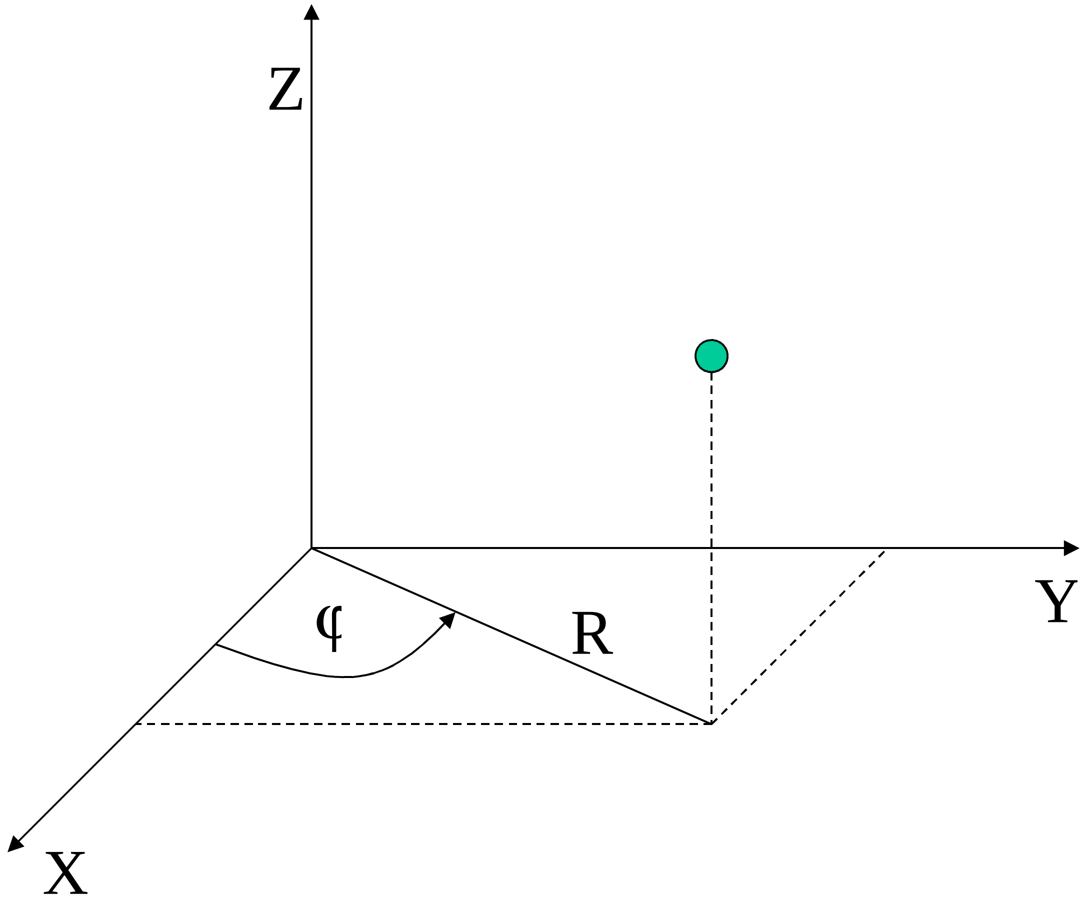
válcový souřadný systém



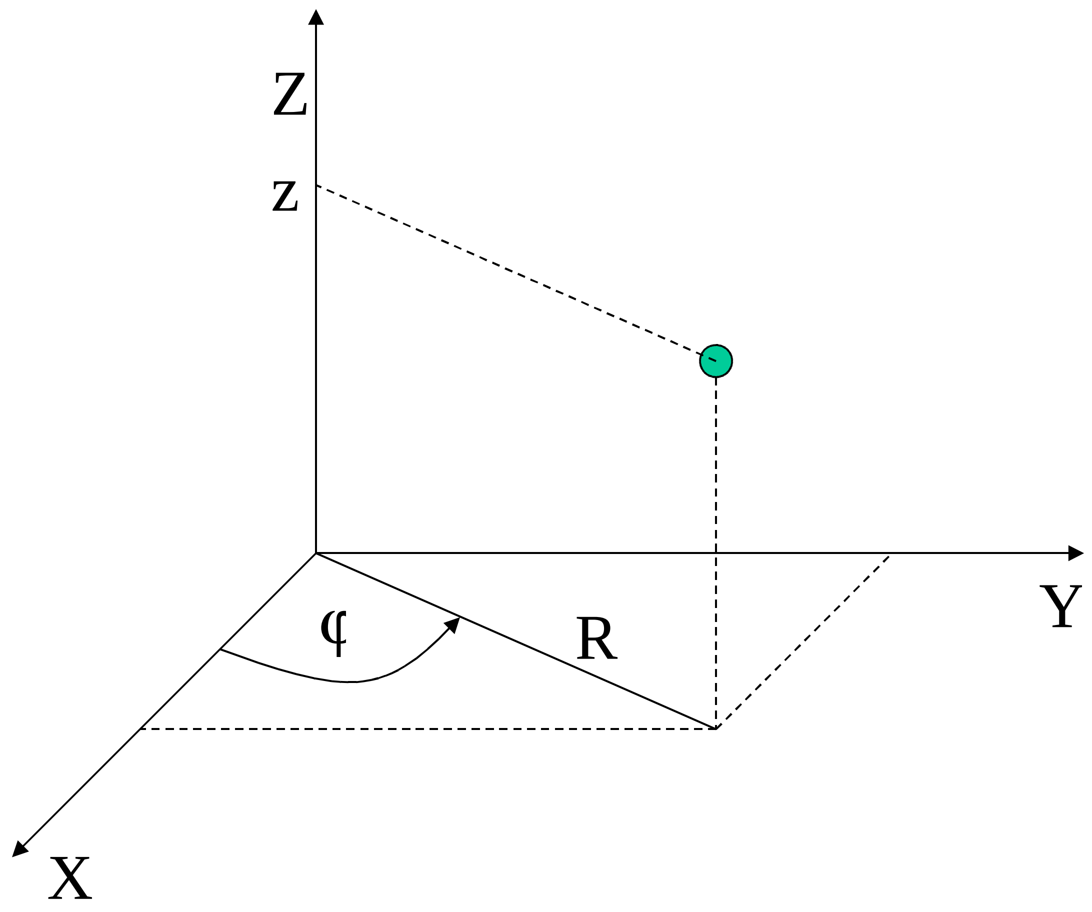
válcový souřadný systém



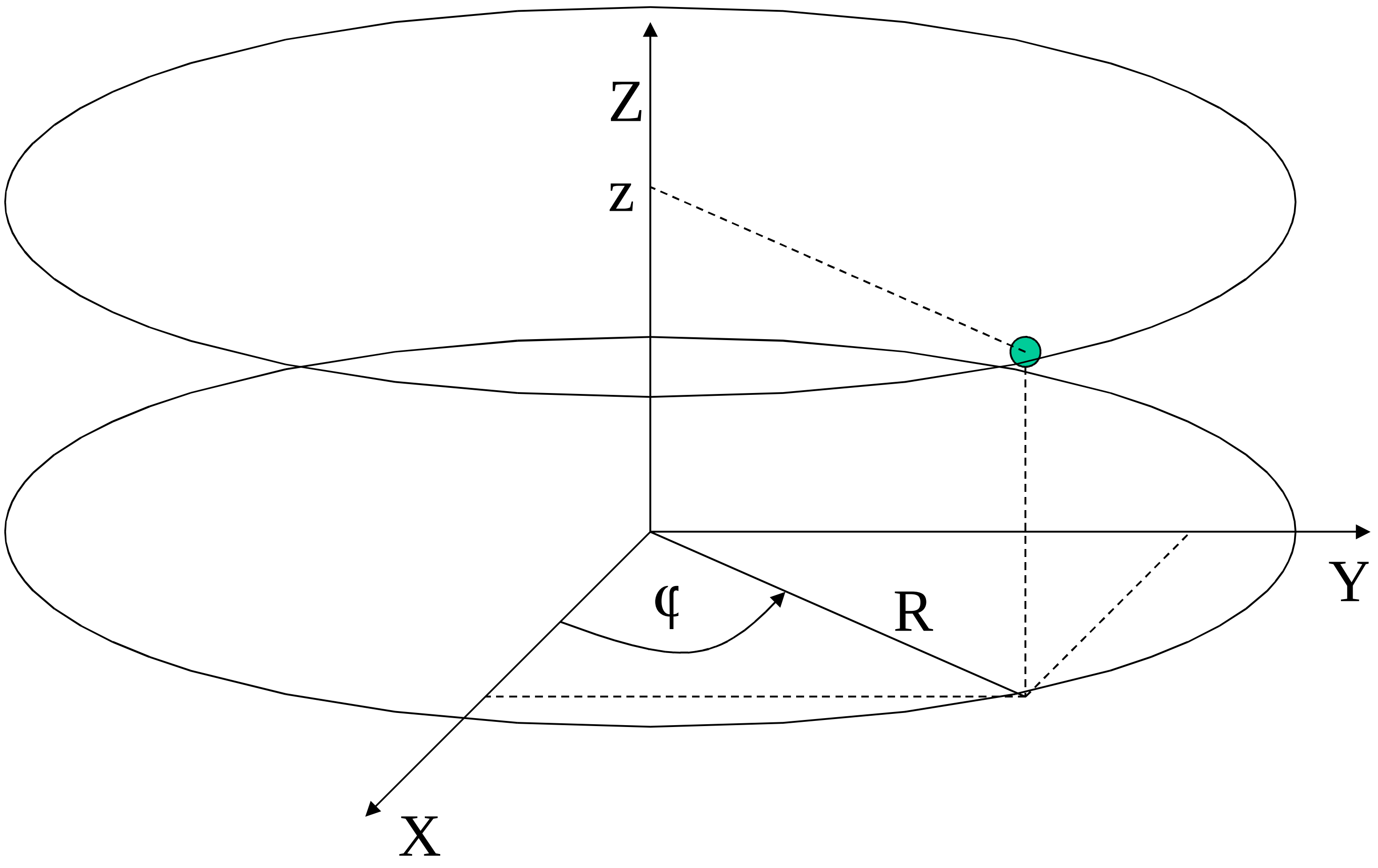
válcový souřadný systém



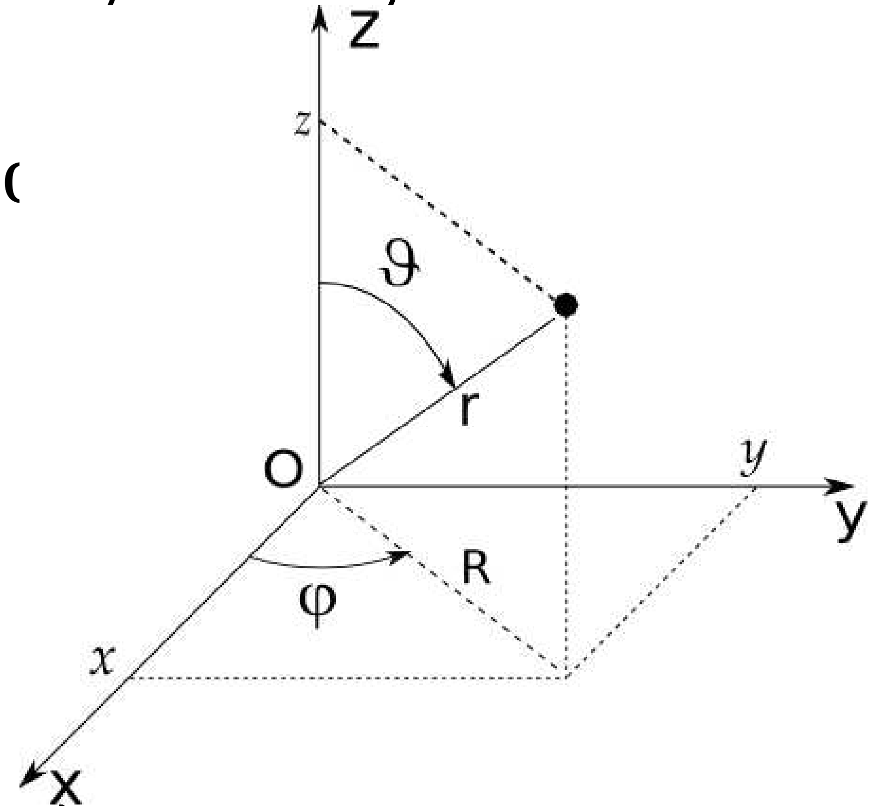
válcový souřadný systém



válcový souřadný systém



souřadné systémy



- geometrické určení po
- pevně spojené
  se vztažným tělesem
- kartézský (x,y,z)
- sférický (r,φ,ϑ)
- válcový (R, φ,z)
- převody (transformace)
  souřadnic jsou možné

souřadné systémy

$x = r \sin\vartheta \cos\varphi$

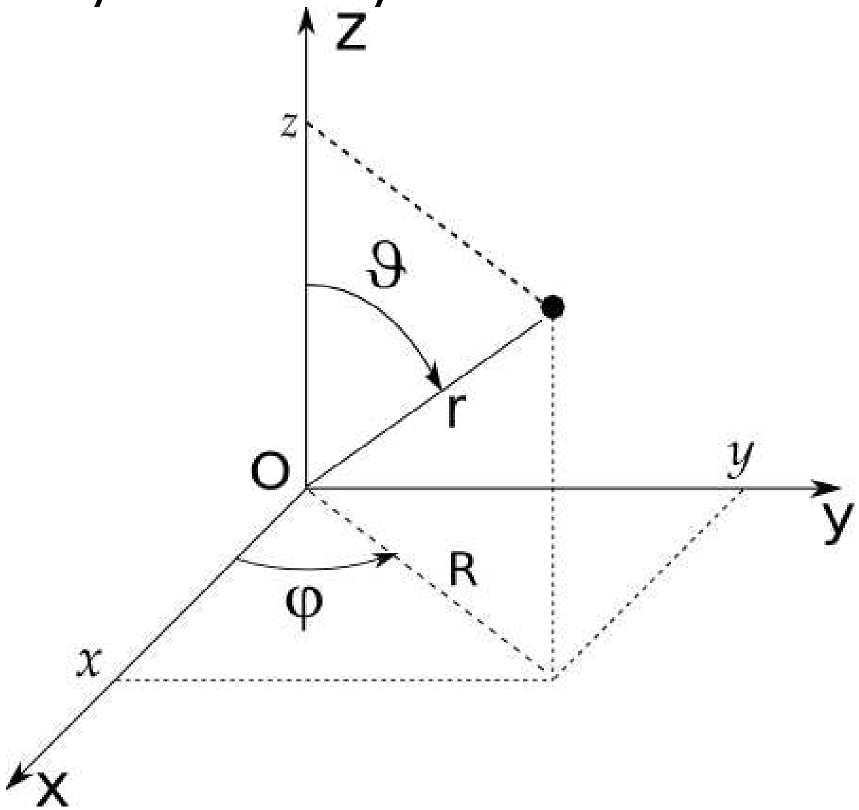
$y = r \sin\vartheta \sin\varphi$

$z = r \cos\vartheta$

$x = R \cos\varphi$

$y = R \sin\varphi$

$z = z$

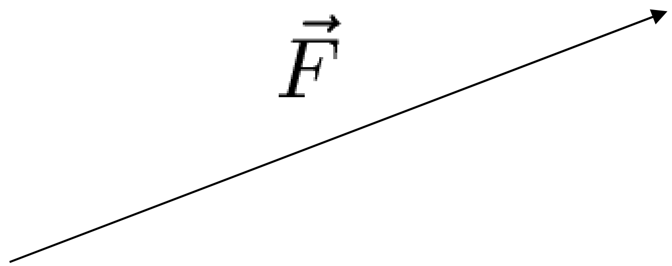


vektory

Důležité dělení fyzikální veličin:

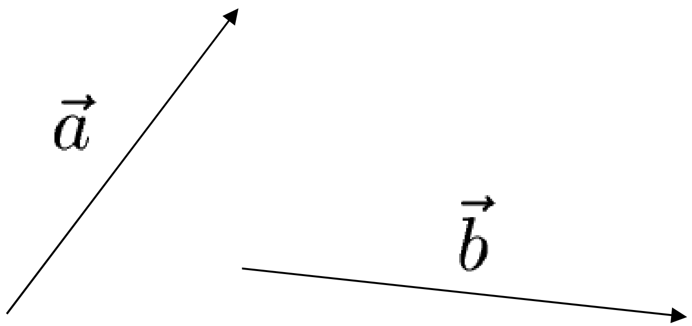
1. skaláry - určeny pouze svou velikostí (např. čas, hmotnost, objem, energie, výkon, …)

2. vektory - mají směr a velikost (např. rychlost, síla, moment síly, …)



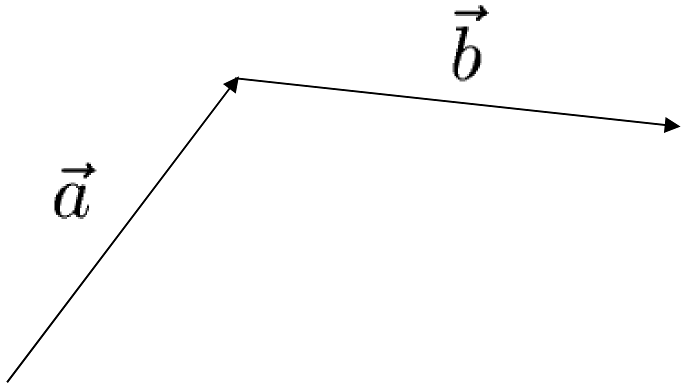
Sčítání a odčítání vektorů

Sčítání



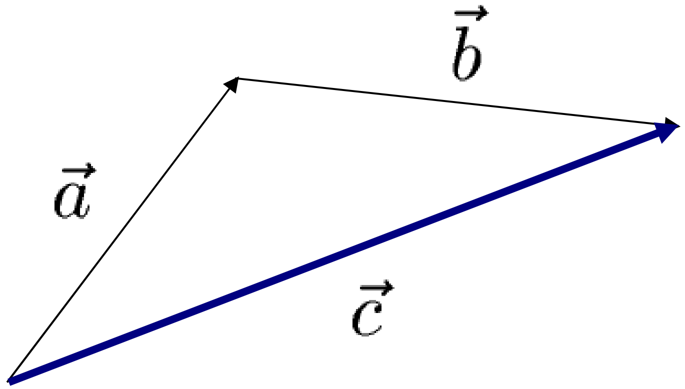
Sčítání a odčítání vektorů

Sčítání



Sčítání a odčítání vektorů

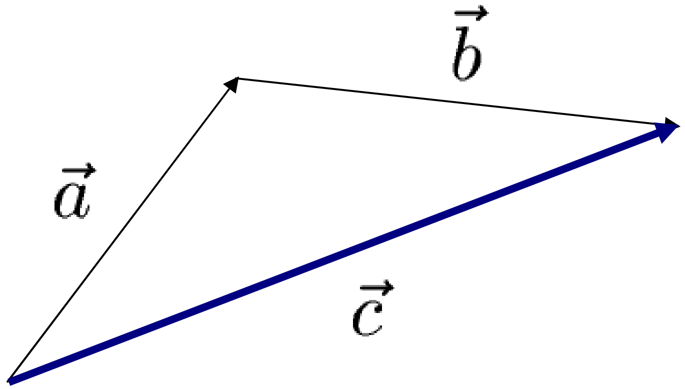
Sčítání



$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

Sčítání a odčítání vektorů

Sčítání



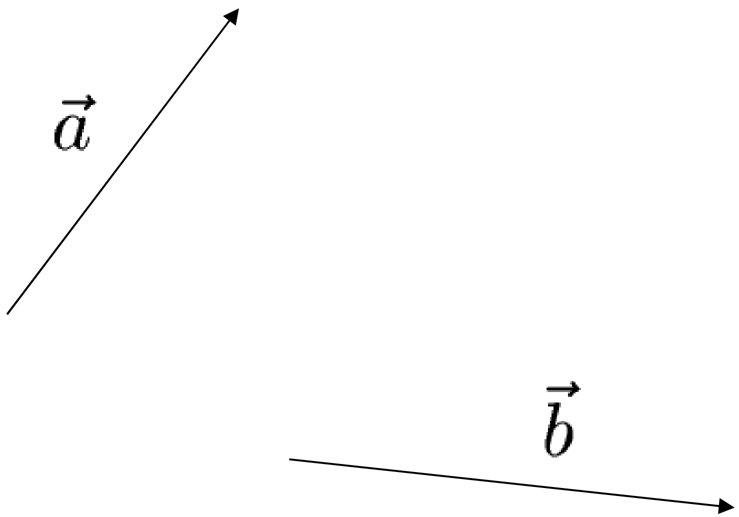
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$\vec{a} = (1, 2, 3) \ \vec{b} = (2, 4, 6)$$

$$\vec{c} = (1 + 2, 2 + 4, 3 + 6) = (3, 6, 9)$$

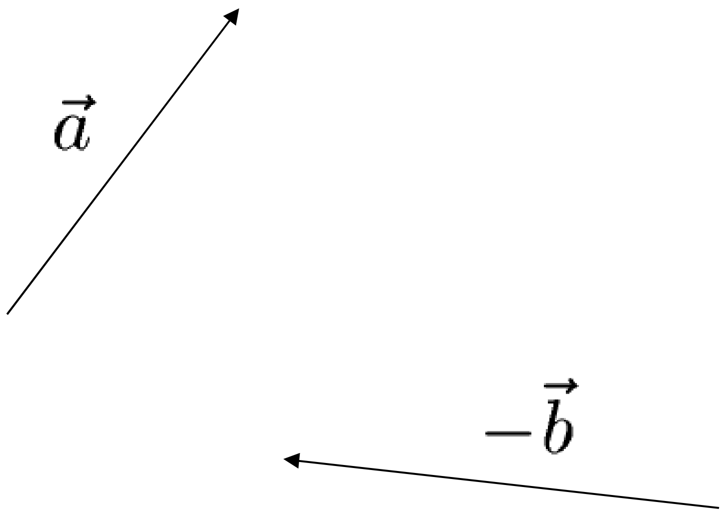
Sčítání a odčítání vektorů

Odčítání



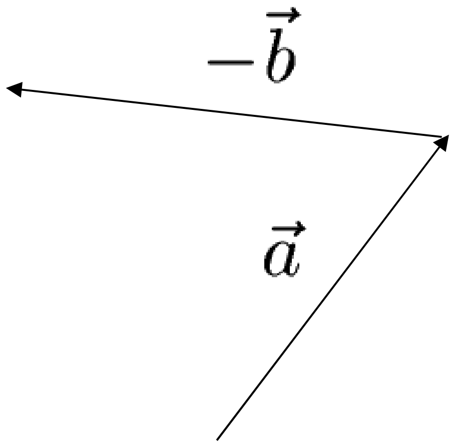
Sčítání a odčítání vektorů

Odčítání



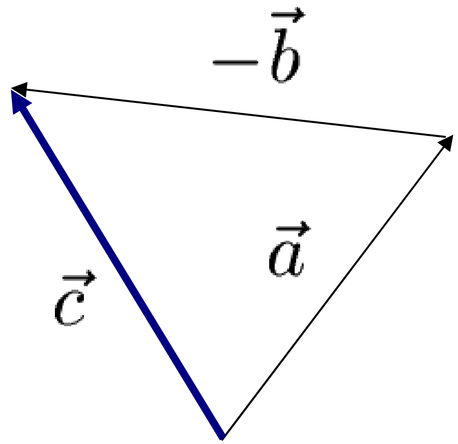
Sčítání a odčítání vektorů

Odčítání



Sčítání a odčítání vektorů

Odčítání

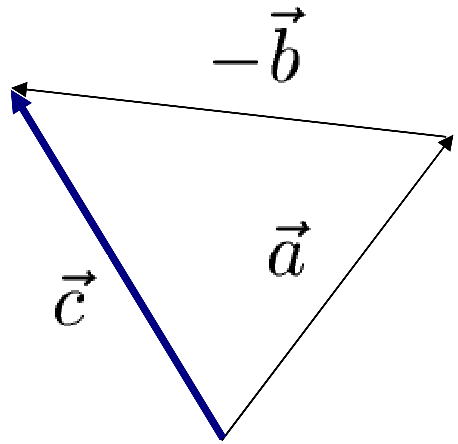


$$\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$$

$$\vec{c} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

Sčítání a odčítání vektorů

Odčítání



$$\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$$

$$\vec{c} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

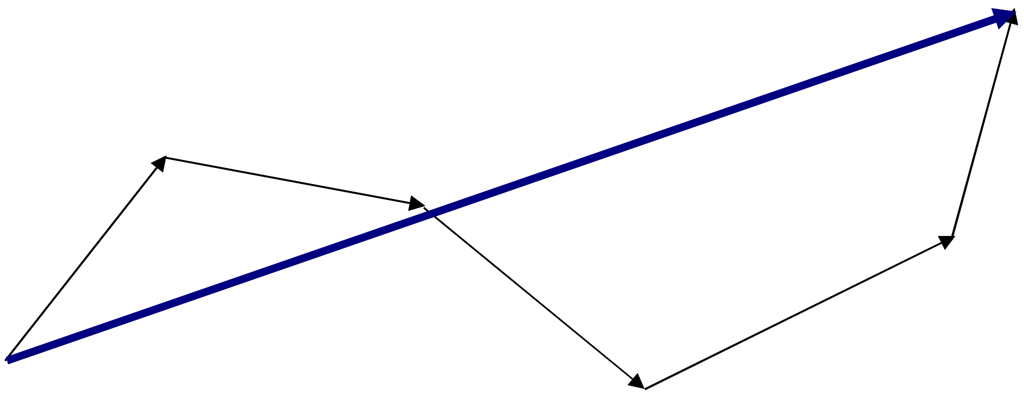
$$\vec{a} = (1, 2, 3) \ \vec{b} = (2, 4, 6)$$

$$\vec{c} = (1 - 2, 2 - 4, 3 - 6) = (-1, -2, -3)$$

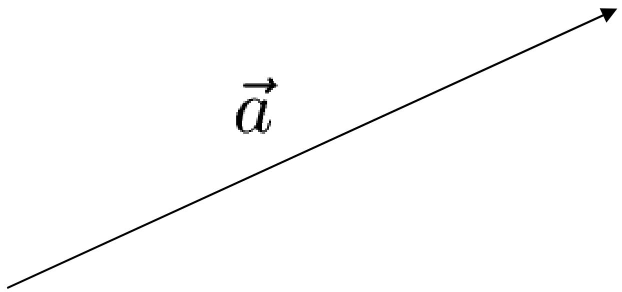
Sčítání a odčítání vektorů

Při sčítání a odčítání většího počtu vektorů se postupně:

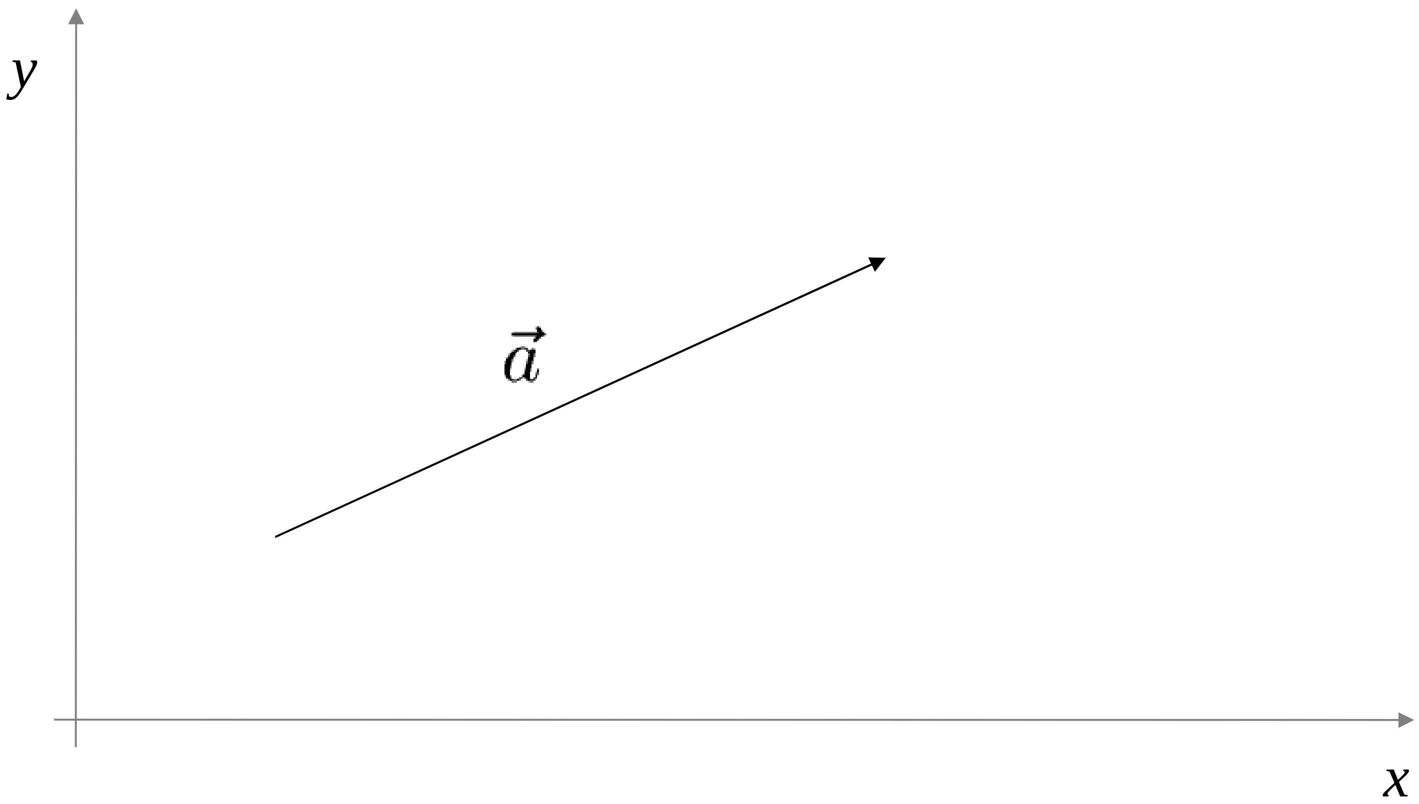
1) vytvoří součet prvních dvou vektorů
2) vytvoří součet výsledku a dalšího vektoru
3) atd. než se sečtou všechny vektory



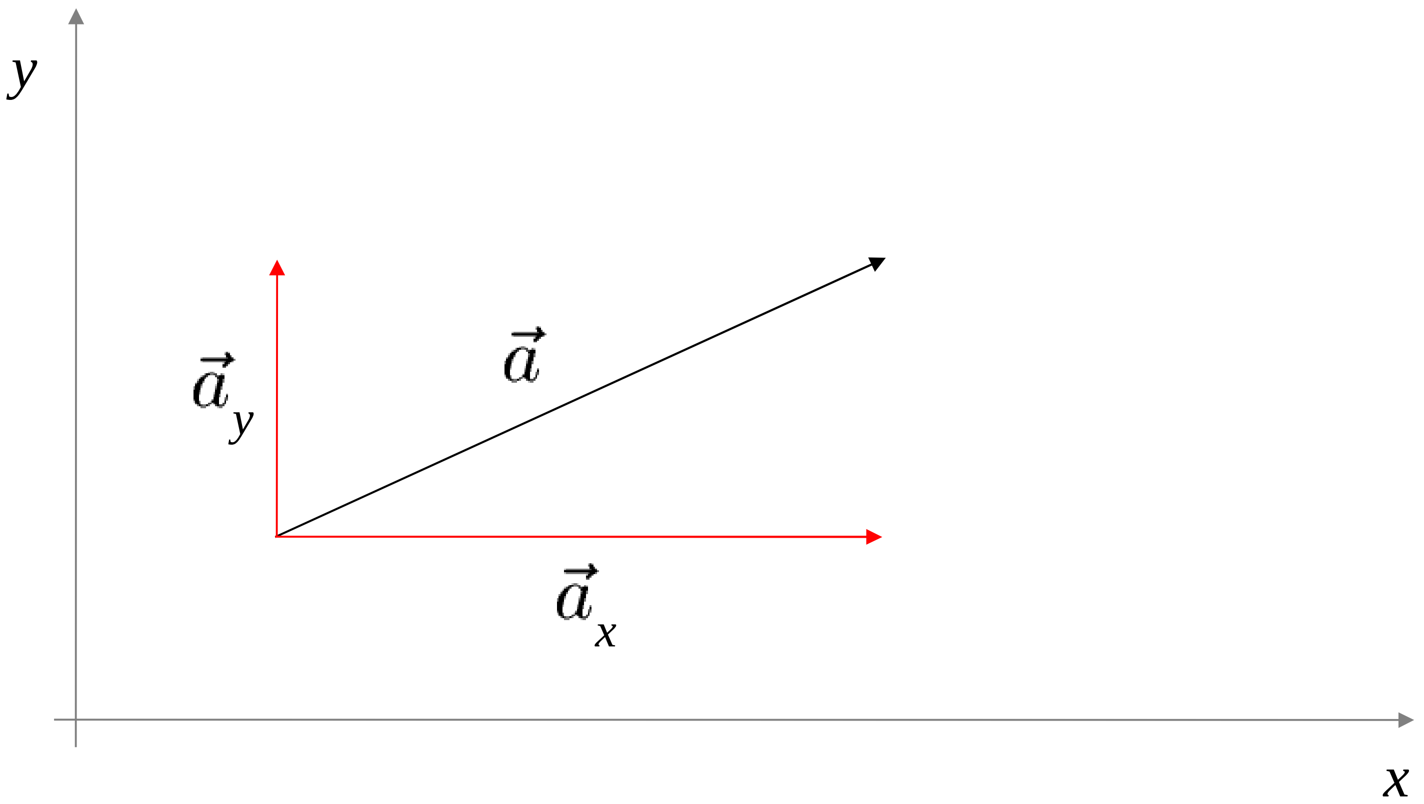
Rozklad vektoru do složek



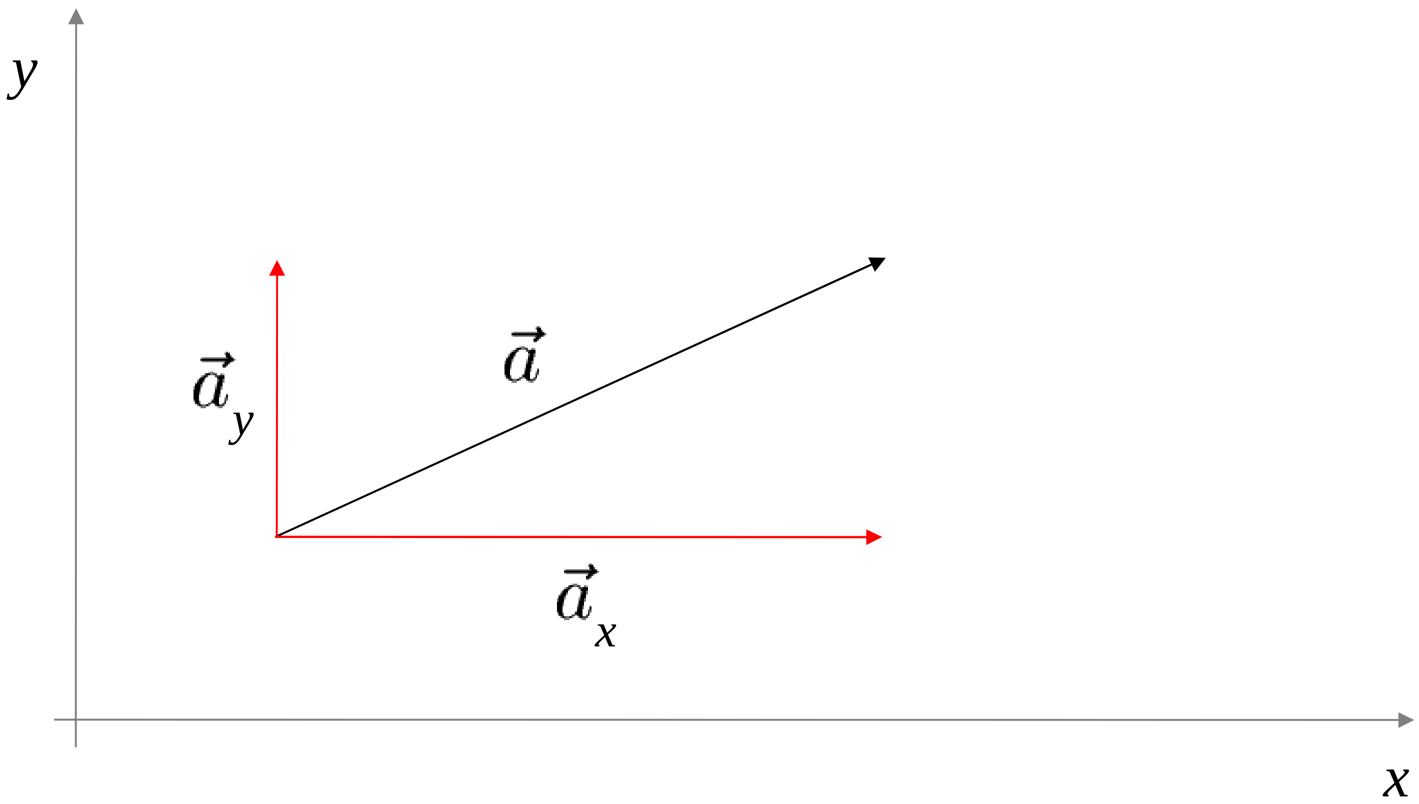
Rozklad vektoru do složek



Rozklad vektoru do složek

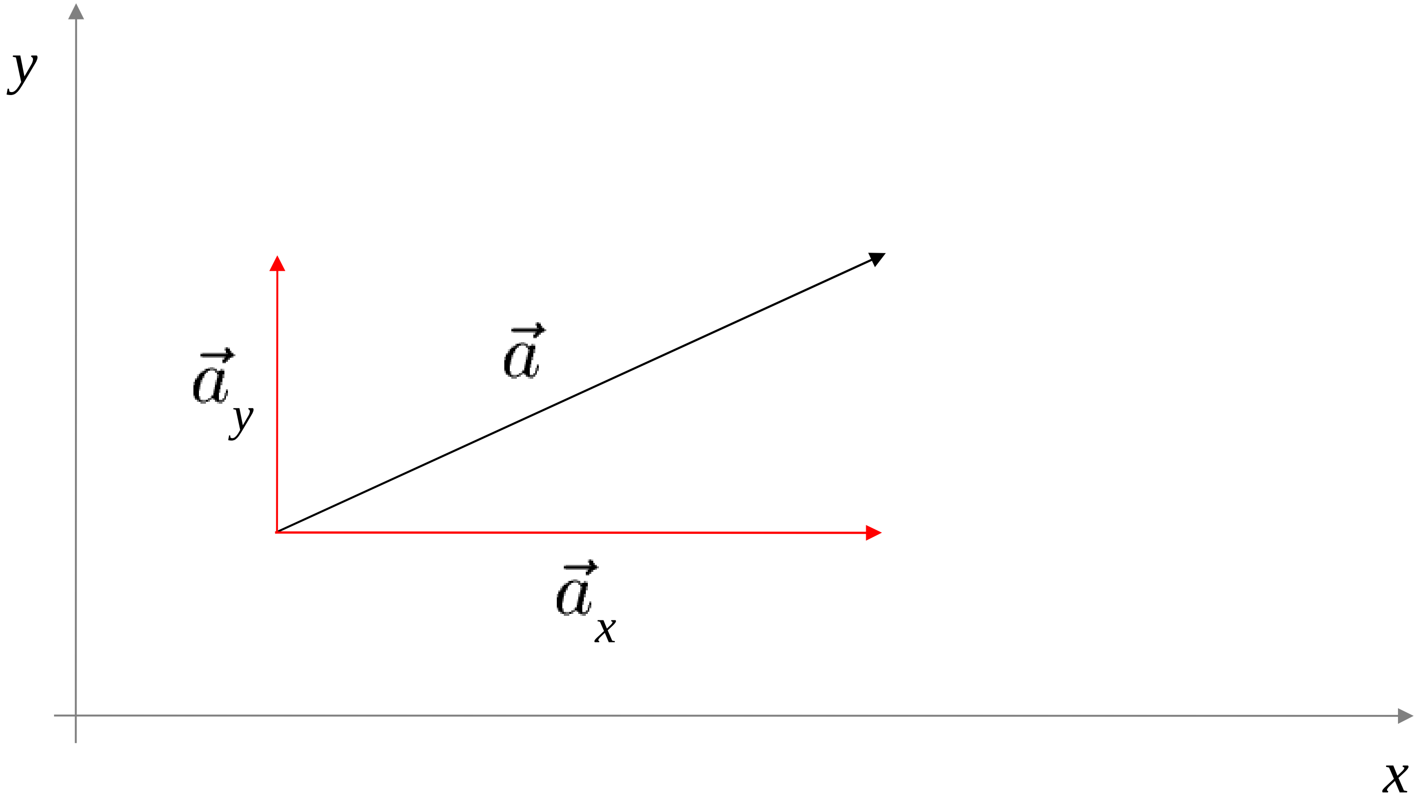


Rozklad vektoru do složek



$$\vec{a} = (2,1) \ \vec{a_x} = (2,0) \ \vec{a_y} = (0,1)$$

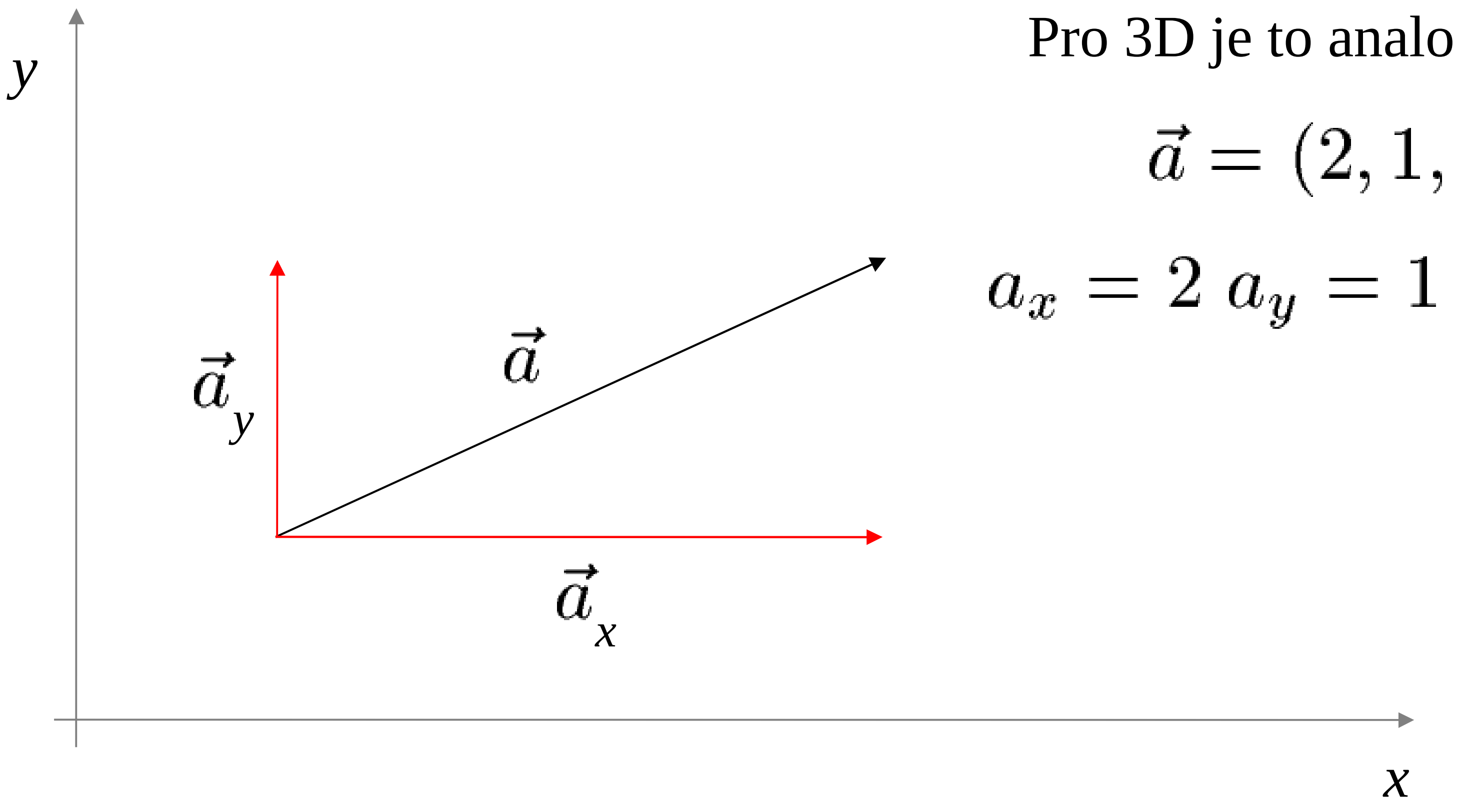
Rozklad vektoru do složek



$$\vec{a} = (2,1)\ \vec{a_x} = (2,0)\ \vec{a_y} = (0,1)$$

$$a_x = 2\ a_y = 1$$

Rozklad vektoru do složek



Pro 3D je to analogické:

$$\vec{a} = (2, 1, 3)$$

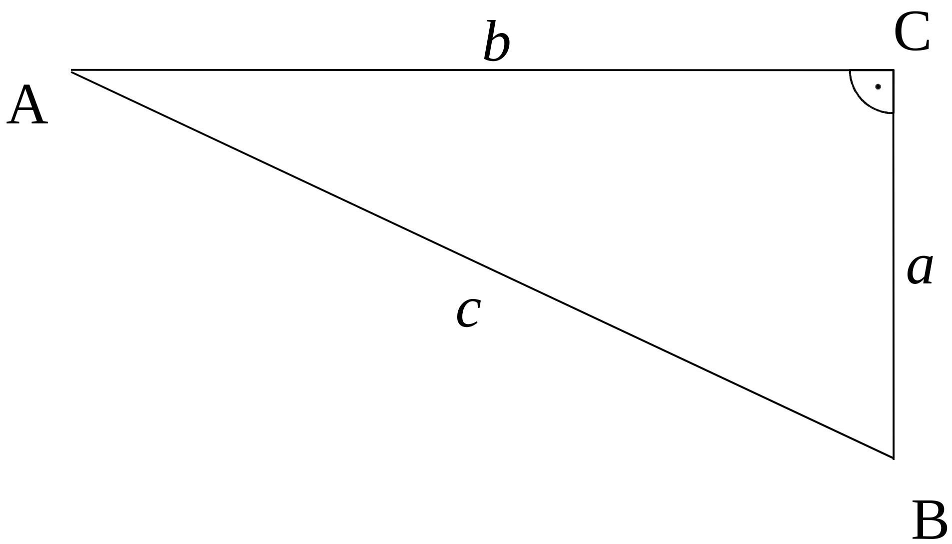
$$a_x = 2 \; a_y = 1 \; a_z = 3$$

$$\vec{a} = (2, 1) \; \vec{a_x} = (2, 0) \; \vec{a_y} = (0, 1)$$

$$a_x = 2 \; a_y = 1$$

Velikost vektoru

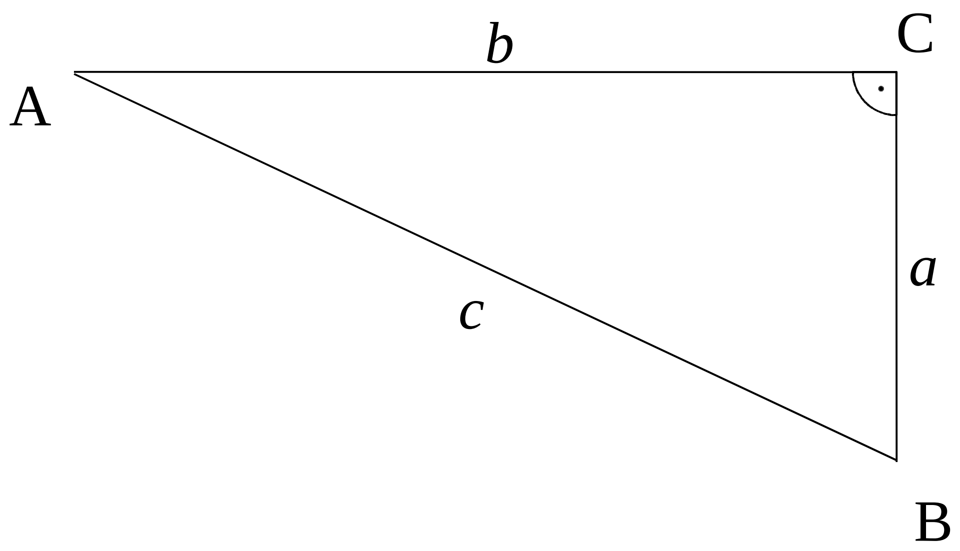
Pythagorova věta



$$c^2 = a^2 + b^2$$

Velikost vektoru

Pythagorova věta

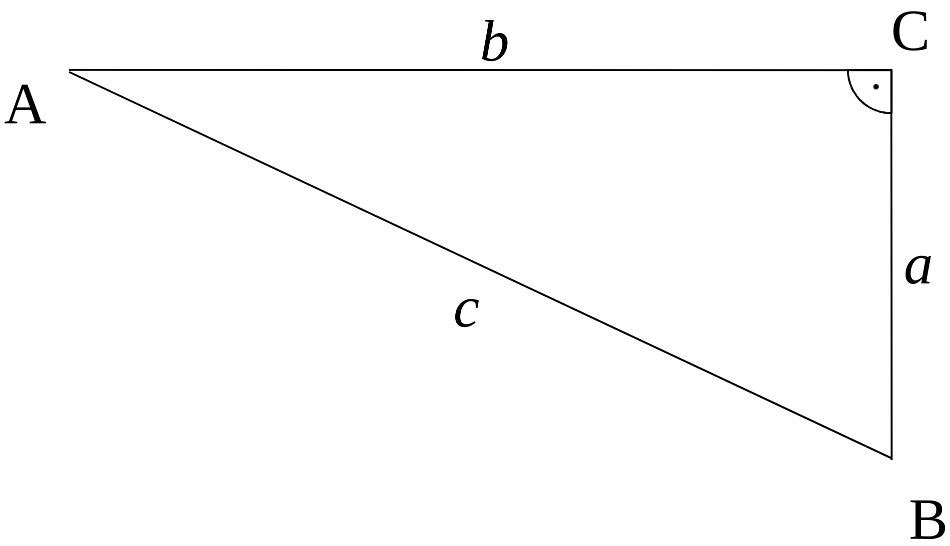


$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Velikost vektoru

Pythagorova věta

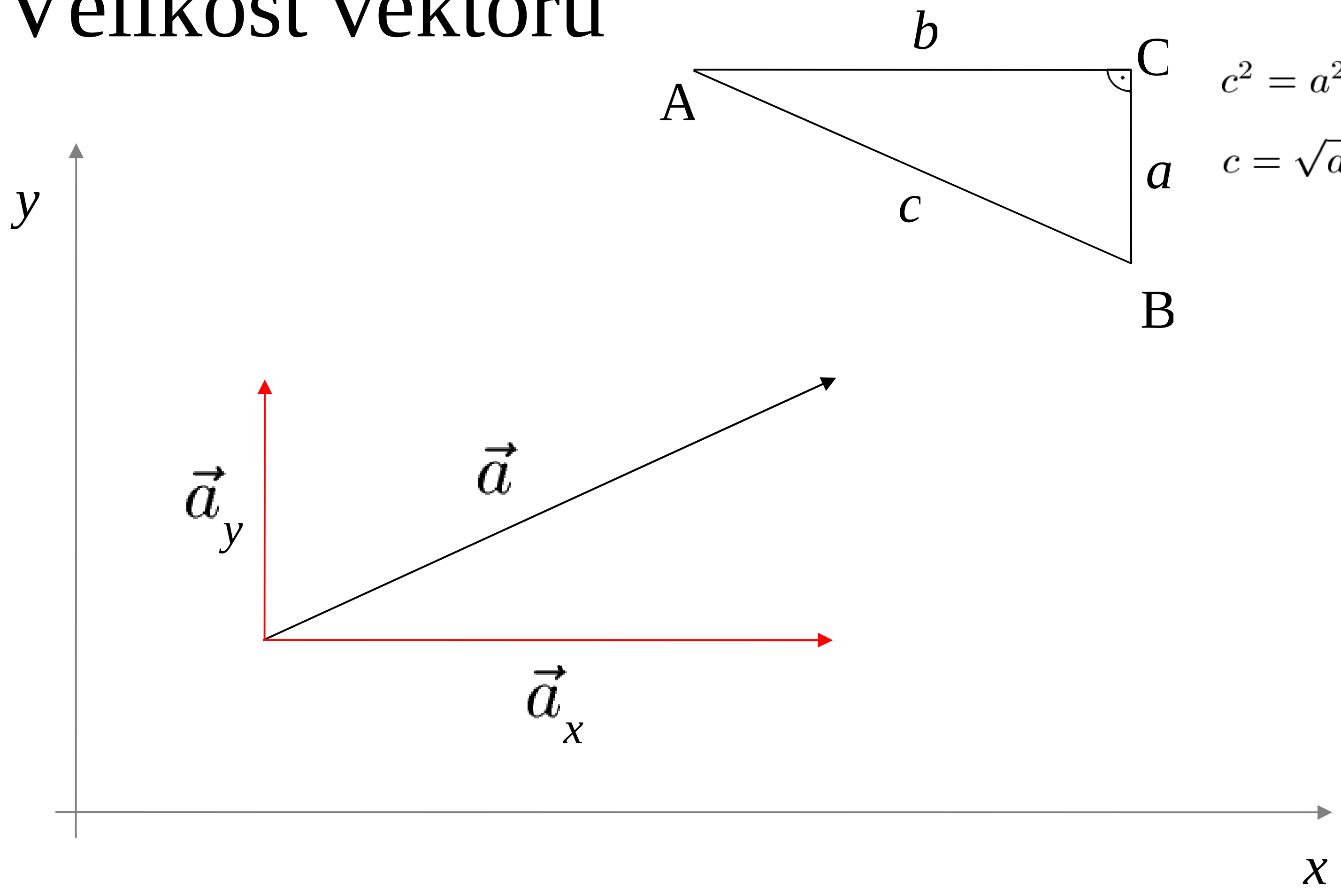


$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = 4, b = 3, c = \sqrt{16 + 9} = 25$$

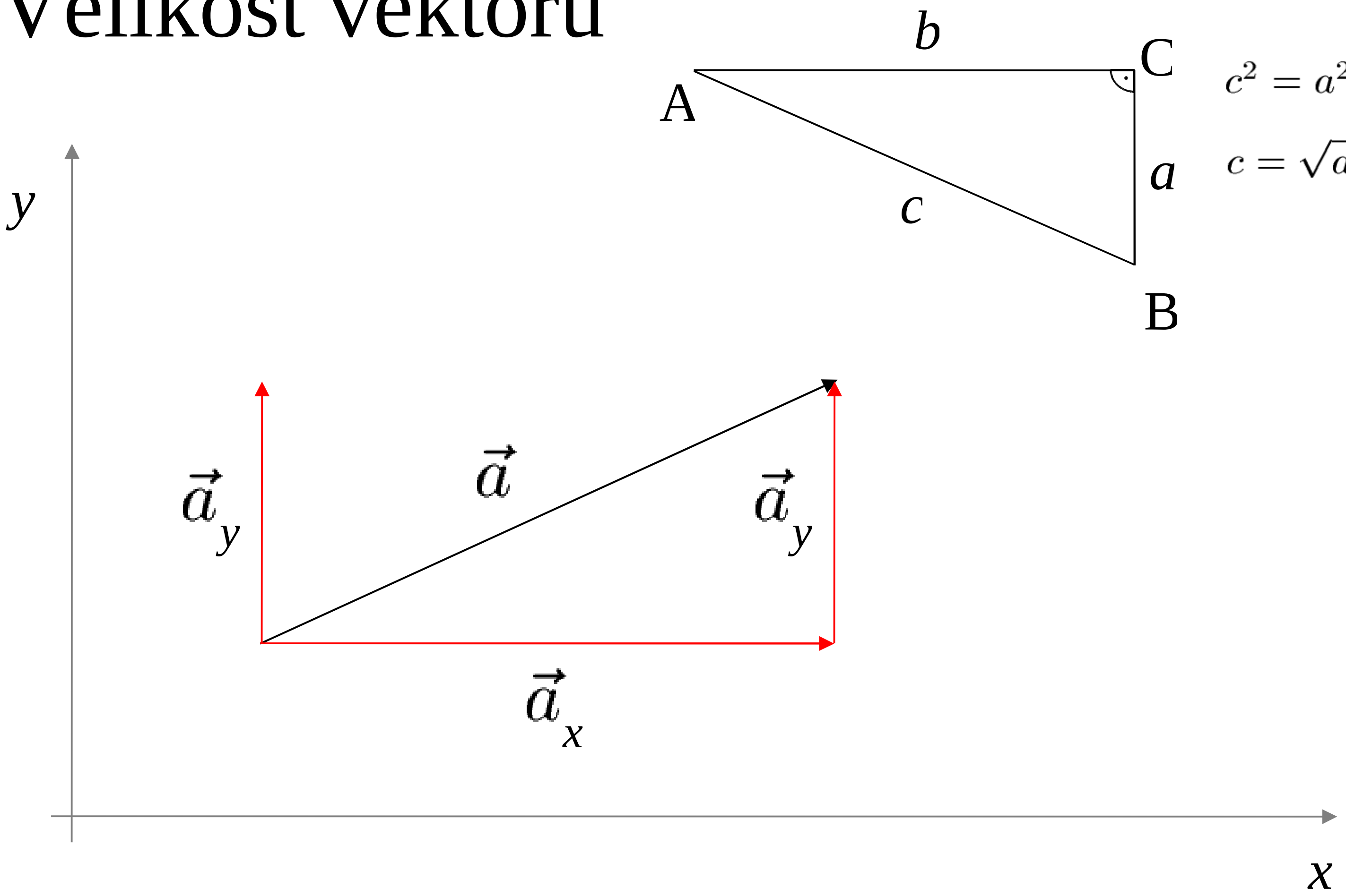
Velikost vektoru



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

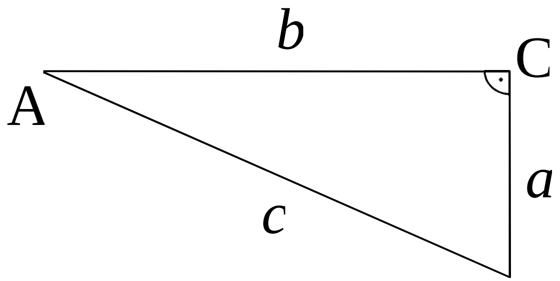
Velikost vektoru



$$c^2 = a^2 + b^2$$

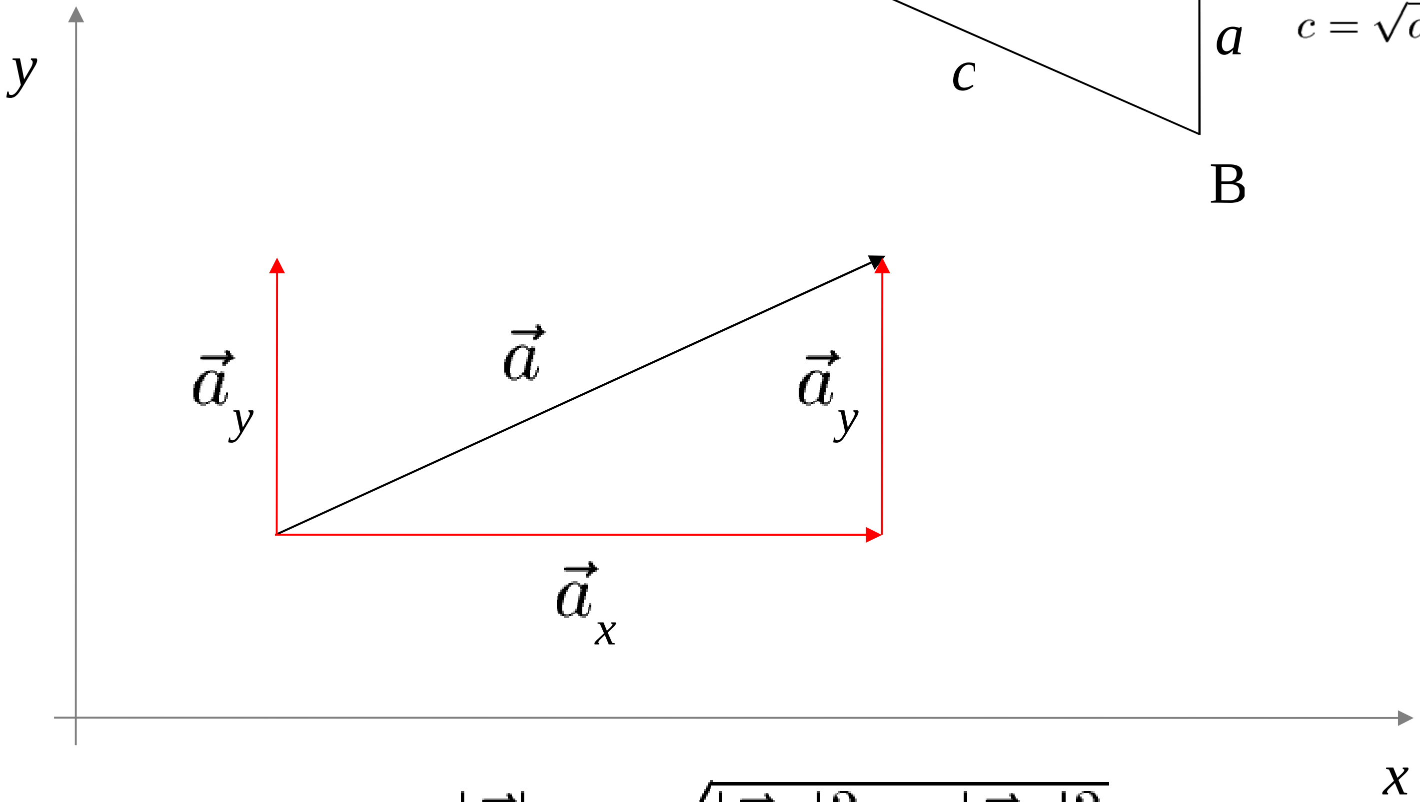
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Velikost vektoru



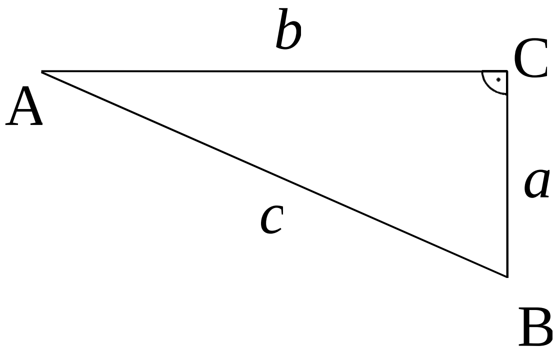
$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



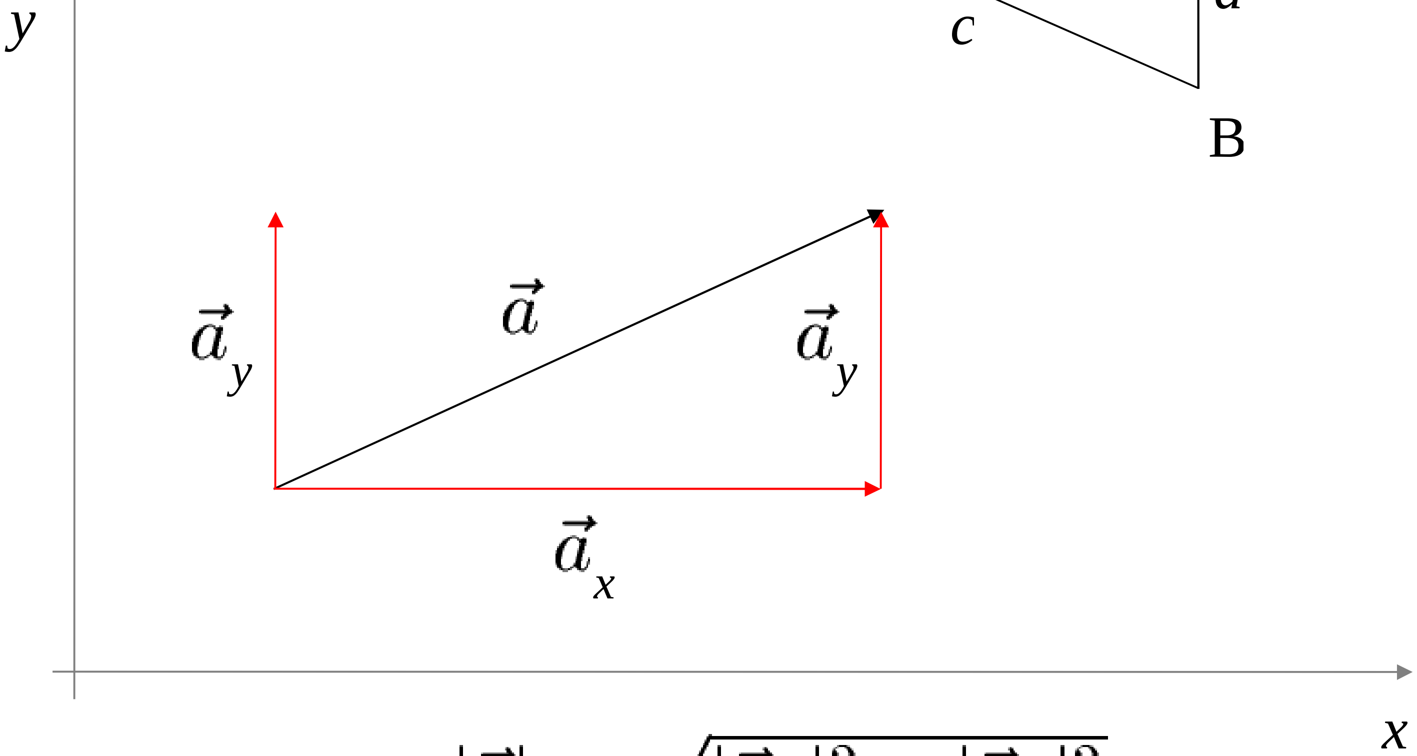
$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2}$$

Velikost vektoru



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

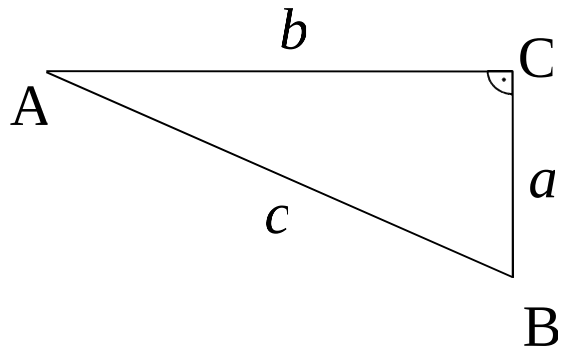


$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2}$$

$\vec{a} = (2,1)$ $\vec{a_x} = (2,0)$ $\vec{a_y} = (0,1)$

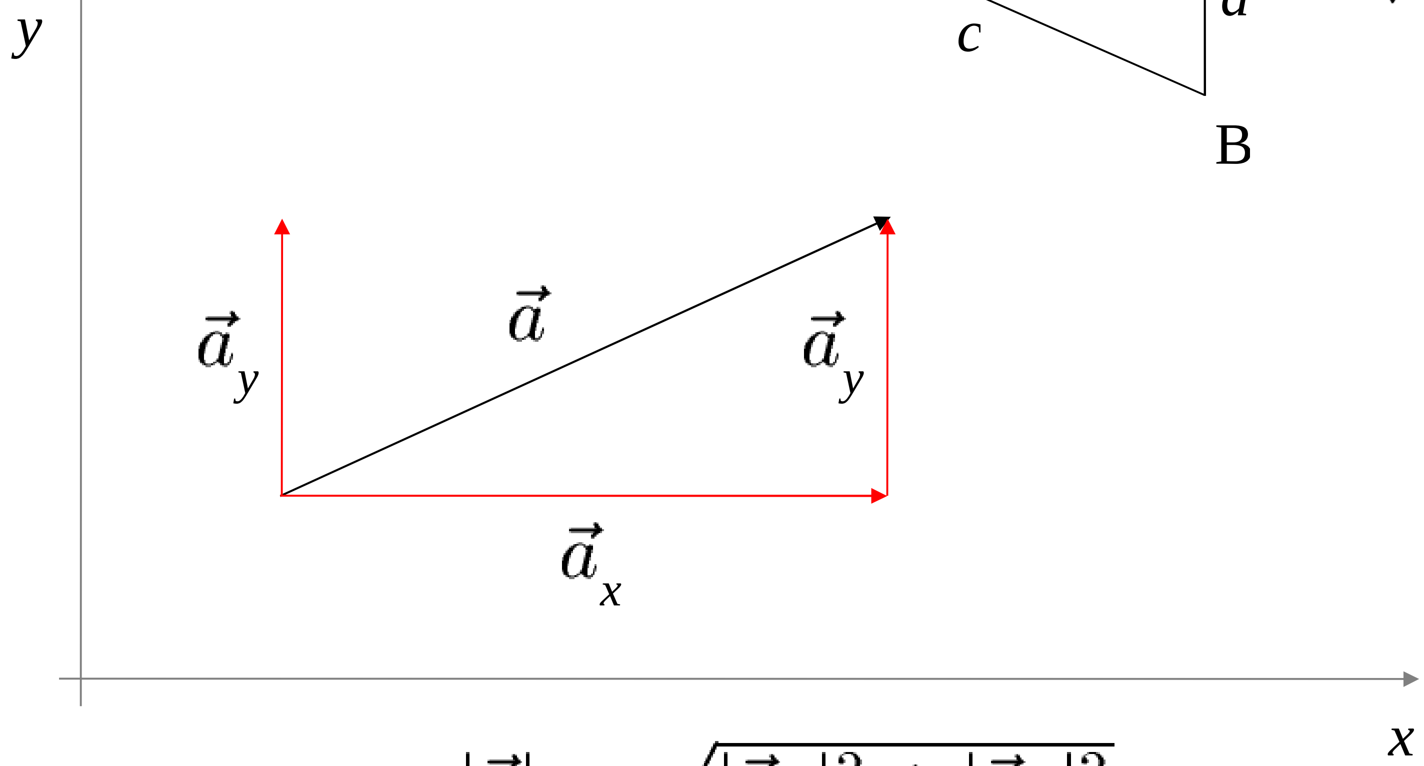
$a_x = 2$ $a_y = 1$

Velikost vektoru



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



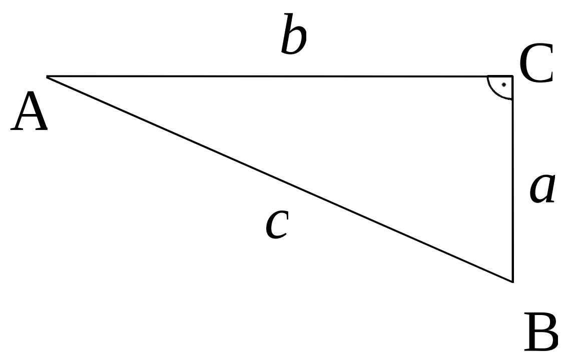
$\vec{a} = (2,1)$ $\vec{a_x} = (2,0)$ $\vec{a_y} = (0,1)$

$a_x = 2$ $a_y = 1$

$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2}$$

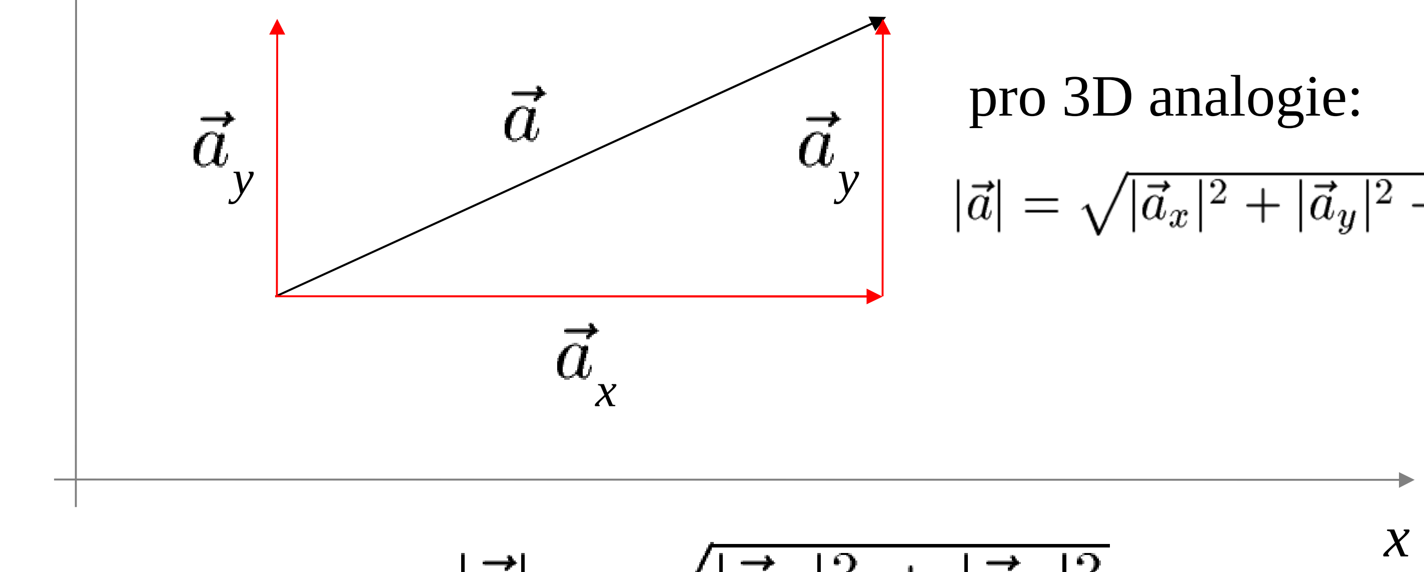
$$|\vec{a}| = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5}$$

Velikost vektoru



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



pro 3D analogie:

$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2 + |\vec{a}_z|^2}$$

$\vec{a} = (2,1)$ $\vec{a_x} = (2,0)$ $\vec{a_y} = (0,1)$

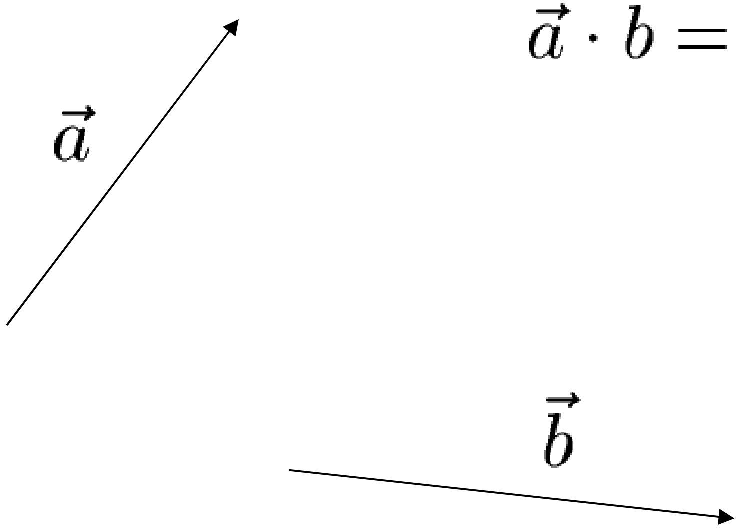
$a_x = 2$ $a_y = 1$

$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2}$$

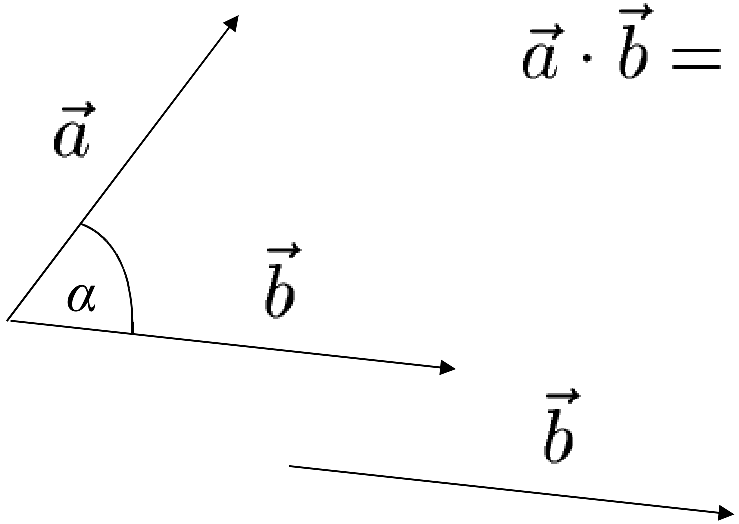
$$|\vec{a}| = \sqrt{2^2 + 1^2} = \sqrt{5}$$

Skalární součin

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

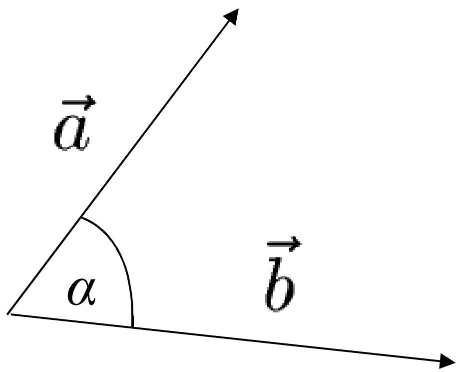


Skalární součin



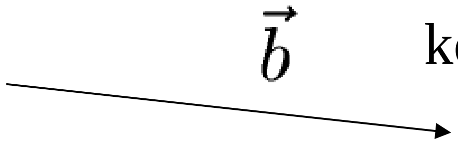
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| \cos \alpha$$

Skalární součin



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

$$\cos 90^\circ = 0$$



skalární součin dvou na sebe kolmých vektorů je roven nule

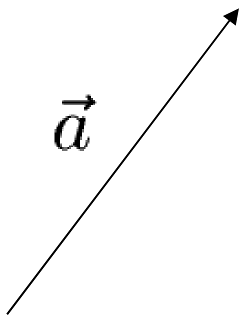
Skalární součin

$$\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$$
$$\vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$$
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

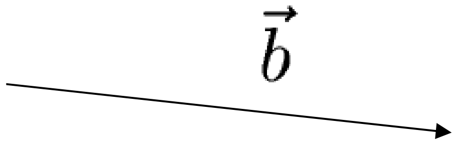
$$\vec{a} = (1, 2, 3) \ \vec{b} = (2, 4, 6)$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 3 \cdot 6 = 28$$

Vektorový součin



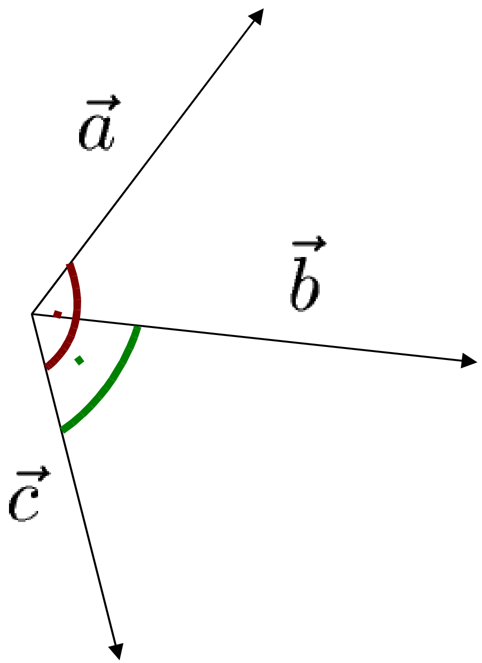
$$\vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}| \sin \alpha$$



Vektorový součin

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

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$



Výsledný vektor je kolmý
na oba vektory.
Lze ověřit skalárním součinem

Vektorový součin – příklad výpočtu

$$\vec{a} = (1, 2, 3) \qquad \vec{b} = (-2, 4, 1)$$

Sarrusovo pravidlo

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b} = {}^{+}\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 1 & 2 & 3 \\ -2 & 4 & 1 \end{vmatrix}^{-} =$$

$$= \vec{i} \cdot 2 \cdot 1 + \vec{j} \cdot 3 \cdot (-2) + \vec{k} \cdot 1 \cdot 4 - \vec{k} \cdot 2 \cdot (-2) - \vec{j} \cdot 1 \cdot 1 - \vec{i} \cdot 3 \cdot 4 =$$

$$= 2\vec{i} - 6\vec{j} + 4\vec{k} + 4\vec{k} - \vec{j} - 12\vec{i} =$$

$$= -10\vec{i} - 7\vec{j} + 8\vec{k} =$$

$$= (-10, -7, 8)$$

Kinematika hmotného bodu

- popis pohybu hmotného bodu
- nevyšetřuje příčiny!!!
- hmotný bod (částice) je idealizace
- má hmotnost, ale rozměry zanedbatelné vůči zkoumanému problému
- jeho polohu můžeme jednoznačně matematicky definovat

trajektorie vs. dráha

- trajektorie je křivka, po které se bod pohybuje (stopa – např. kondenzační sled)
- dá se vyjádřit funkcí času, tedy s=f(t), x=fx(t), y=fy(t), z=fz(t)
- podle tvaru trajektorie pohyb přímočarý, křivočarý
- dráha s je délka trajektorie

polohový vektor, vektor posunutí

- ukázat polohové vektory, vektor posunutí jako rozdíl dvou polohových vektorů
- z toho dokážu určit novou polohu, protože rnew=rold + dS (viz králík str 57)

rychlost

- $v=ds/dt$, vektor
- ze znalosti počáteční polohy a znalosti $v(t)$ dokážu vykonstruovat polohy v následujících časech!!!
- (uvést příklad)

rovnoměrný přímočarý pohyb

- s=v*t
- ukázat graf rychlosti na čase, vzdálenosti na čase atd.
- odečty z grafů

nerovnoměrný pohyb, zrychlení

- a=dv/dt, resp. delta v/delta t
- podle zrychlení – pohyb rovnoměrný, nerovnoměrný
- zrychlení nemusí měnit jen velikost rychlosti, ale i směr!!!!

pohyb rovnoměrně zrychlený

- zrychlení je konstantní
- v=a*t
- s=s0+v0t+1/2 at2
- - volný pád např.

rychlost a zrychlení jako vektory

- jsou to vektory, mají směr a velikost
- platí všechna pravidla pro vektory

skládání pohybů, princip nezávislosti

- dva různé pohyby – jeden výsledný získaný postupným sčítáním průvodičů
- už od Herona, pak Huygens
- má-li konat více pohybů současně, je to jako by konal jeden po druhém, nezávisle na pořadí

rozkládání pohybů

- zpětně dokážeme pohyb rozložit na několik přímočarých pohybů
- obdobně je to s rychlostmi, zrychleními

Tečné a normálové zrychlení

- při obecném (křivočarém) pohybu se mění nejen směr, ale i velikost zrychlení
- tečná a normálová část, normálová má na svědomí zakřivení dráhy, tečná změnu velikosti
- ad = v2/r

pohyb po kružnici

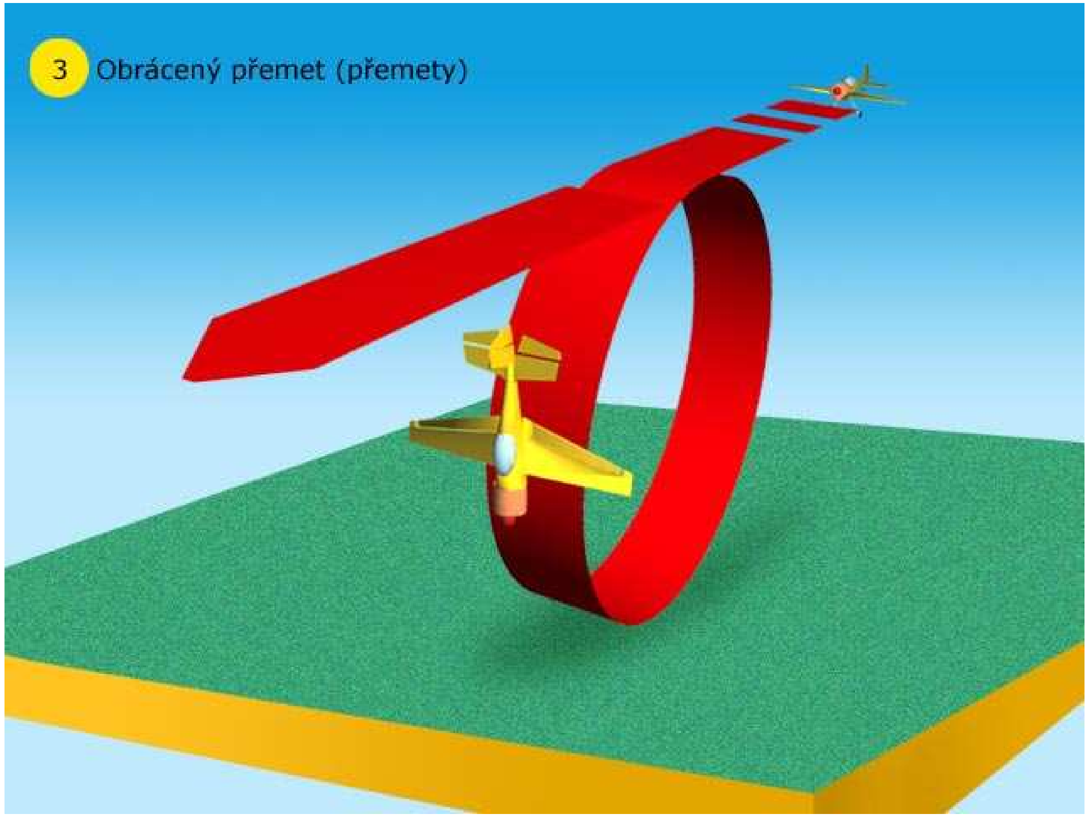
- snadno popsat pomocí úhlu Fi
- s=r*fi
- v = r*d fi/d t, =r * omega
- omega – úhlová rychlost
- úhlové zrychlení, frekvence, perioda, obvodová rychlost

Posuvný pohyb – u tuhého tělesa

Přímka zachovává svůj směr vůči SS

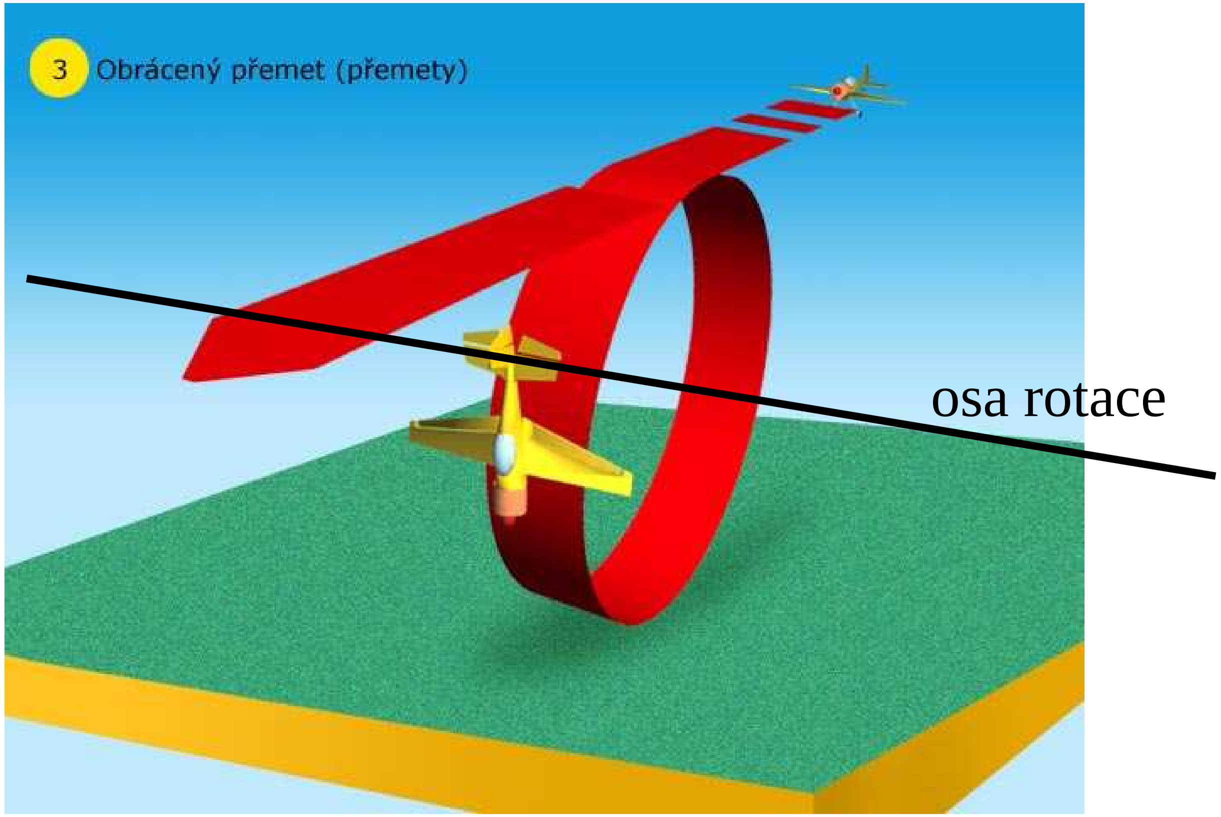
Rotační pohyb u tuhého tělesa

Jednotlivé body tělesa opisují kružnice



Rotační pohyb u tuhého tělesa

Jednotlivé body tělesa opisují kružnice



Obecný pohyb tuhého tělesa

Tělesa se pohybují po obecných křivkách

Každý pohyb lze rozložit na jednodušší pohyby. Nejlépe na posuvný a rotační.

Vrhy

- Z kinematického hlediska složené pohyby
- volný pád, svislý vrh, vodorovný vrh, šikmý vrh.

Volný pád

- pohyb rovnoměrně zrychlený
- konstantní zrychlení *g* směrem k Zemi

svislý vrh

- nejprve těleso letí nahoru – pohyb rovnoměrně zpomalený
- v nejvyšším bodě se zastaví
- poté pokračuje k zemi volným pádem

vodorovný vrh

- pohyb lze rozložit na dva současně probíhající pohyby – volný pád ve svislém směru a pohyb rovnoměrný přímočarý ve vodorovném směru

šikmý vrh

- ve svislém směru je to svislý vrh
- ve vodorovném směru pohyb rovnoměrný přímočarý
- odpovídající rychlosti se zjistí z elevačního úhlu
- trajektorií je parabola