

Příklady silového působení

Tření

Odpor prostředí

Gravitační síly

...

Zdánlivé síly (setrvačná síla, odstředivá)

Síly tření

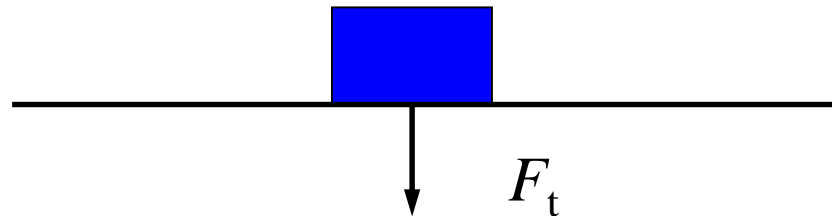
Působí vždy proti směru pohybu

Klidové

Smykové

$$F_{tř} = f_0 F_t$$

$$F_{tř} = f F_t$$



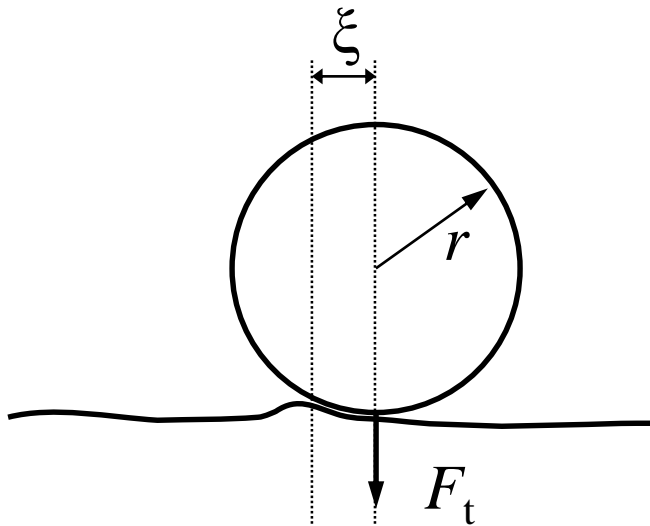
	Ocel na oceli	Dřevo na dřevu
f_0	0.15	0.50
f	0.09-0.03	0.34

Síly tření

Valivé tření

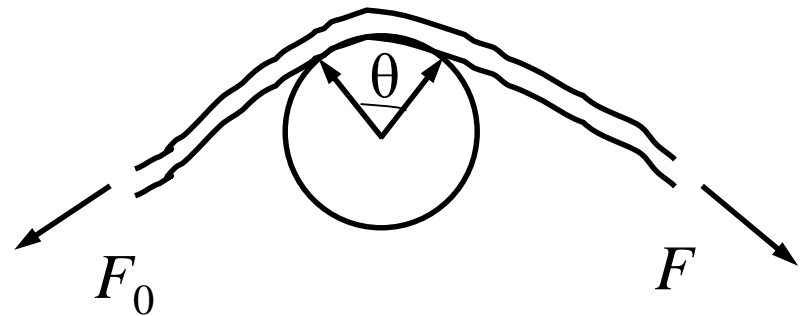
$$F_{tř} = \frac{\xi}{r} F_t$$

$\xi = 0.01 - 40 \text{ mm}$



Opásání

$$F = F_0 e^{n\theta}$$



Síly odporu prostředí

Pro malé rychlosti $F \approx d\eta v$

Konkrétně $F = 6\pi r\eta v$

Dynamická viskozita $\eta [Pa \cdot s]$

Pro velké rychlosti $F \approx \rho d^2 v^2$

Konkrétně $F \approx \frac{1}{2} C_p S v^2$

Pohybová rovnice hmotného bodu

První věta impulsová

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F}$$

Konkrétně pro konstantní hmotnost

$$m \frac{d\vec{a}}{dt} = m \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = \vec{F}$$

a počáteční podmínky $\vec{r}(t_0) = \vec{r}_0$, $\vec{v}(t_0) = \vec{v}_0$

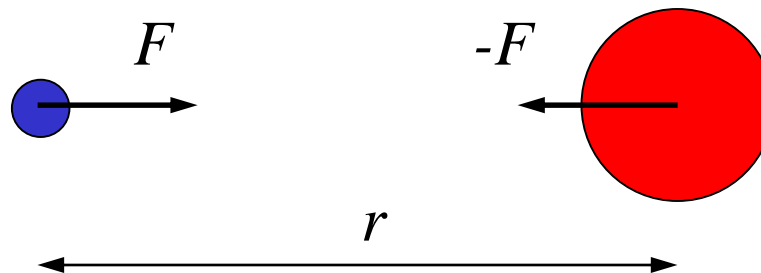
Gravitační síla

Newtonův gravitační zákon

$$F = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

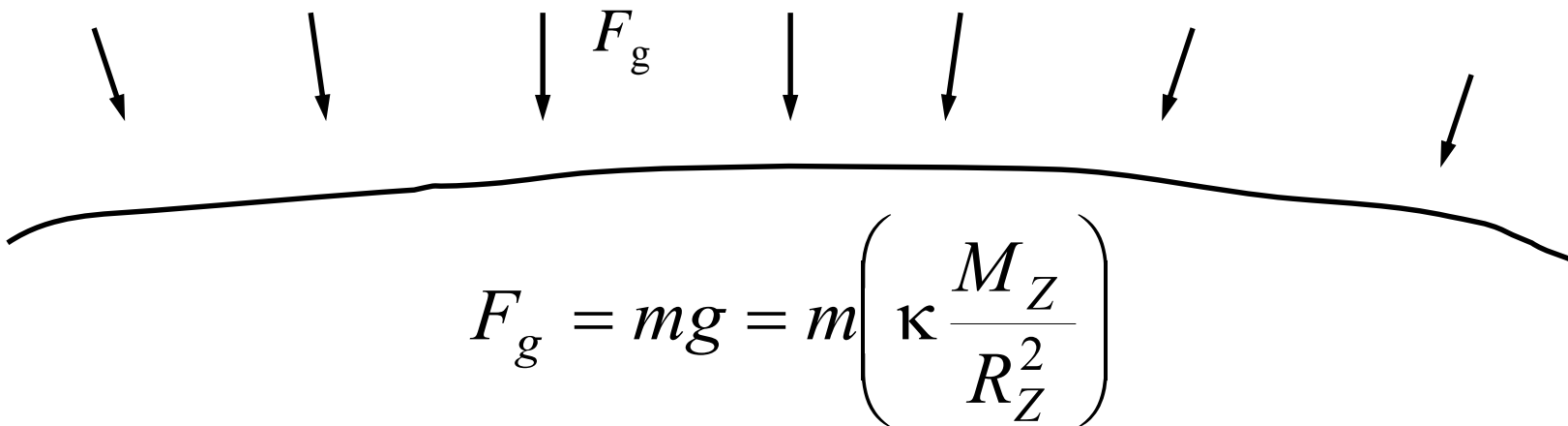
Gravitační konstanta

$$\kappa = 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$



Gravitační síla Země

V malém okolí povrchu Země



$$M_Z = 5.976 \cdot 10^{24} \text{ kg}, \quad R_Z = 6378 \text{ km}$$

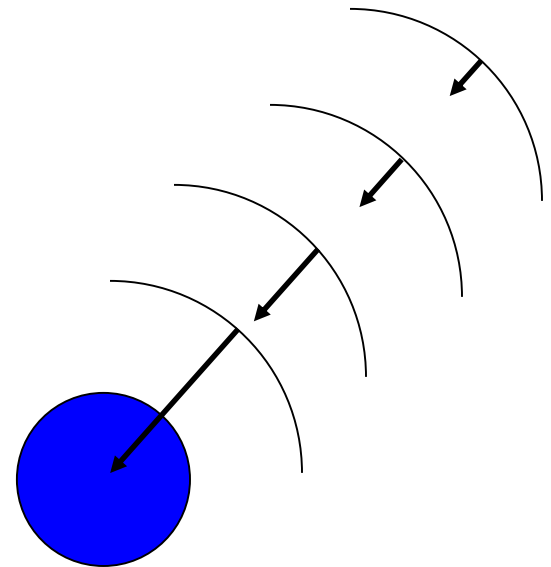
$$g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$$

Gravitační pole

Gravitační síla působí na hmotné těleso v daném místě prostoru na těleso o hmotnosti m

Vektorové pole

$$\vec{F} = \kappa \frac{Mm}{r^2} \left(-\frac{\vec{r}}{r} \right)$$



Intenzita gravitačního pole

Intenzita gravitačního pole = zrychlení

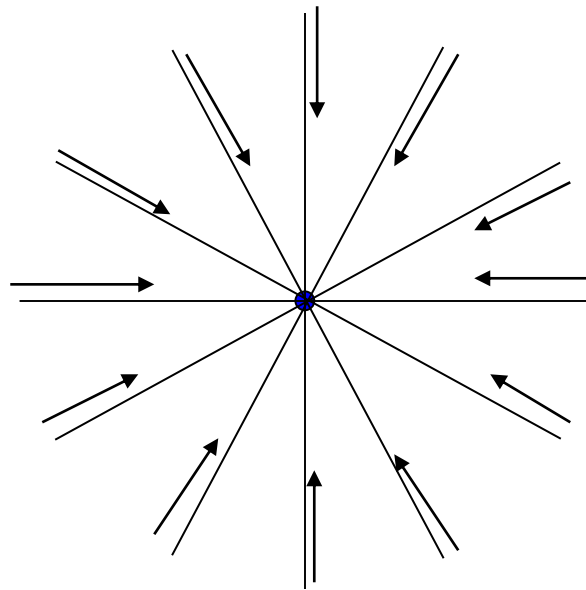
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{gr.}}{m}$$

V případě bodových těles

$$\vec{E} = \kappa \frac{M}{r^2} \left(-\frac{\vec{r}}{r} \right)$$

Siločáry pole

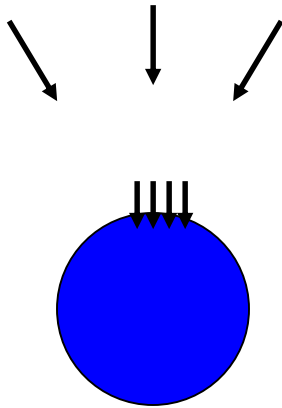
- Zobrazují směr síly v daném místě prostoru
Např. radiální pole



Gravitační pole Země

V blízkosti povrchu je homogenní

Ve velké vzdálenosti od Země je radiální
orientace se mění se
zeměpisnou šířkou



Práce v gravitačním poli

Gravitační síla koná práci

$$A = \int F_{gr} dr = \int \kappa \frac{Mm}{r^2} dr = \left[-\kappa \frac{Mm}{r} \right]$$

Potenciál gravitačního pole

$$\varphi = \frac{A}{m}$$

Konkrétně pro radiální pole

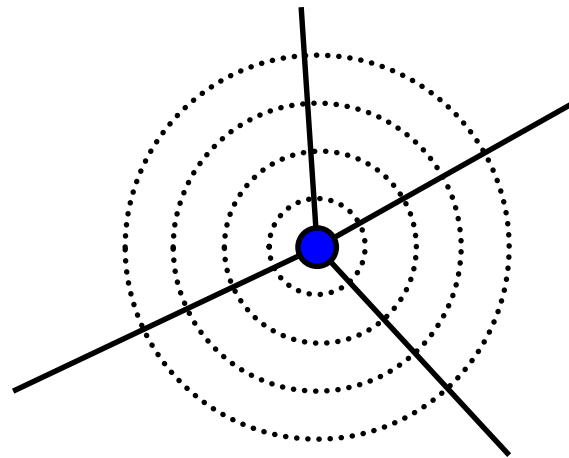
$$\varphi = -\kappa \frac{M}{r}$$

Potenciál gravitačního pole

Nulová hladina potenciálu

- Radiální pole – v nekonečnu
- Homogenní pole – možno zvolit libovolně

Ekvipotenciální hladiny



Inerciální a neinerciální vztažné soustavy

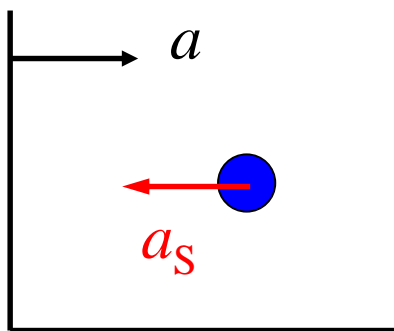
Pohyb vztažné soustavy je relativní, lze porovnat pouze dvě soustavy vůči sobě

- Inerciální – pohyb rovnoměrně přímočaře
- Neinerciální – pohyb se zrychlením

Transformace souřadnic mezi soustavami –
Galileiho klasická, Lorentzova relativistická

Setrvačná síla

Vzniká v soustavách které se pohybují se zrychlením



$$\vec{a}_S = -\vec{a}$$

nezpůsobuje ji žádné těleso, neplatí pro ni zákon akce a reakce (např. odstředivá síla)

Inerciální a neinerciální vztažné soustavy

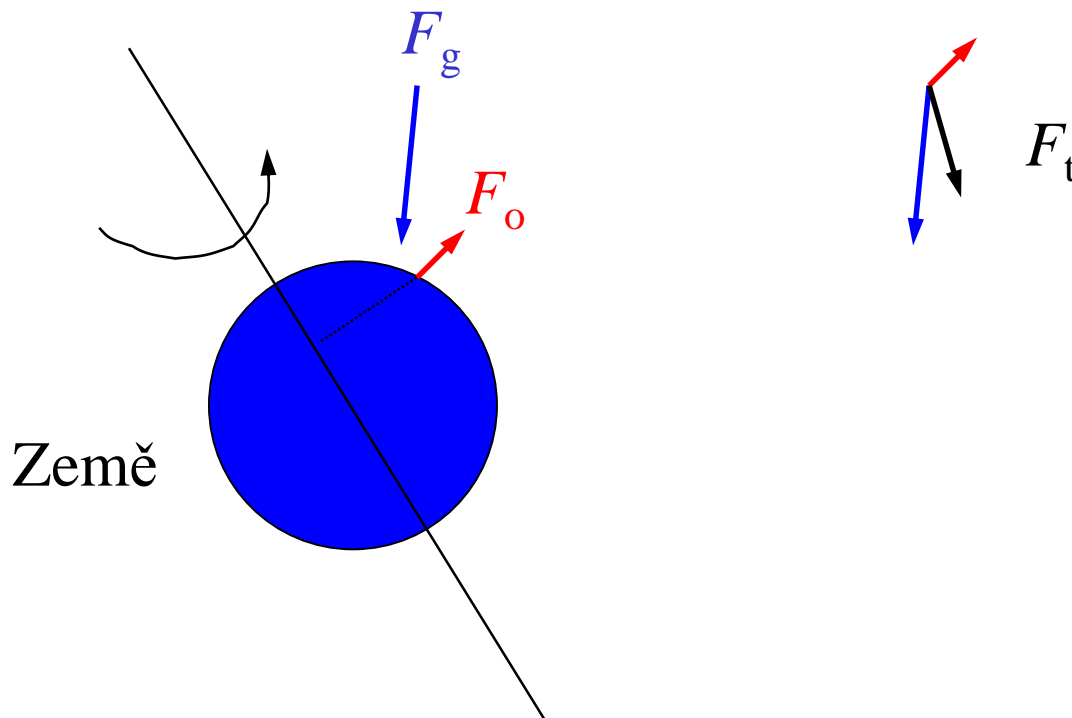
Odstředivá a dostředivá síla

Vzniká v rotujících soustavách které dostředivá síla nutí do pohybu se zrychlením

odstředivá síla je pak v této neinerciální soustavě silou setrvačnou (zdánlivou) a působí na tělesa v rotující soustavě – jízda do zatáčky, kolotoč, atd.

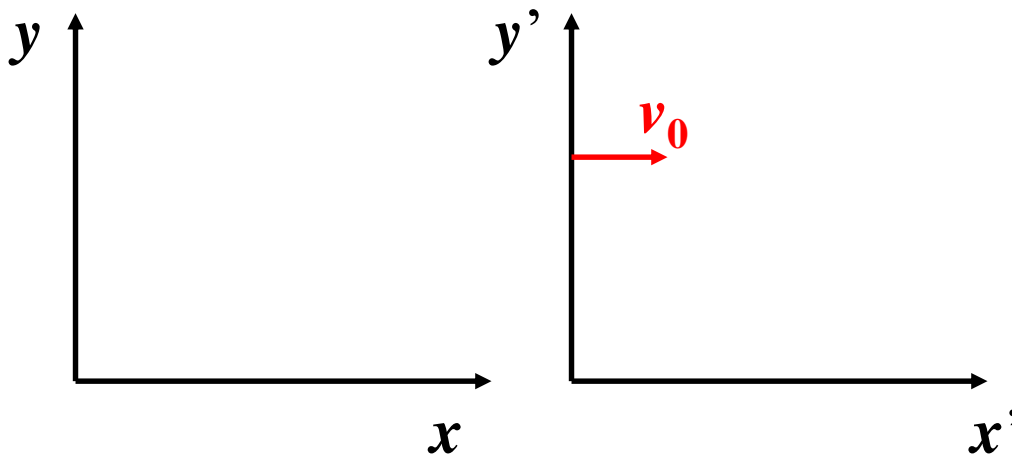
Tíhová síla

Působí na těleso na Zemi v soustavě souřadnic pevně spojené se Zemí



Galileiho transformace souřadnic

Mezi dvěma inerciálními soustavami $x'(0) = x(0)$



$$x' = x - v_0 t$$

$$y' = y$$

$$t' = t$$

Obecně

$$\vec{r}' = \vec{r} - \vec{v}_0 t$$

$$t' = t$$

Galileiho transformace rychlostí

Derivací získáme

$$x' = x - v_0 t$$

$$y' = y$$

$$t' = t$$

$$v_x' = v_x - v_0$$

$$v_y' = v_y$$

$$t' = t$$

Obecně

$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{v}_0$$

$$t' = t$$

Galileiho princip relativity

Všechny inerciální soustavy jsou rovnoprávné a žádným fyzikálním pokusem nelze jejich pohyb prokázat, tj. nelze rozlišit nějakou absolutní soustavu

$$a_x = \frac{d^2 x}{dt^2} = 0 = \frac{d^2 x'}{dt^2} = a_x'$$

$$a_y = \frac{d^2 y}{dt^2} = 0 = \frac{d^2 y'}{dt^2} = a_y'$$

$$a_z = \frac{d^2 z}{dt^2} = 0 = \frac{d^2 z'}{dt^2} = a_z'$$