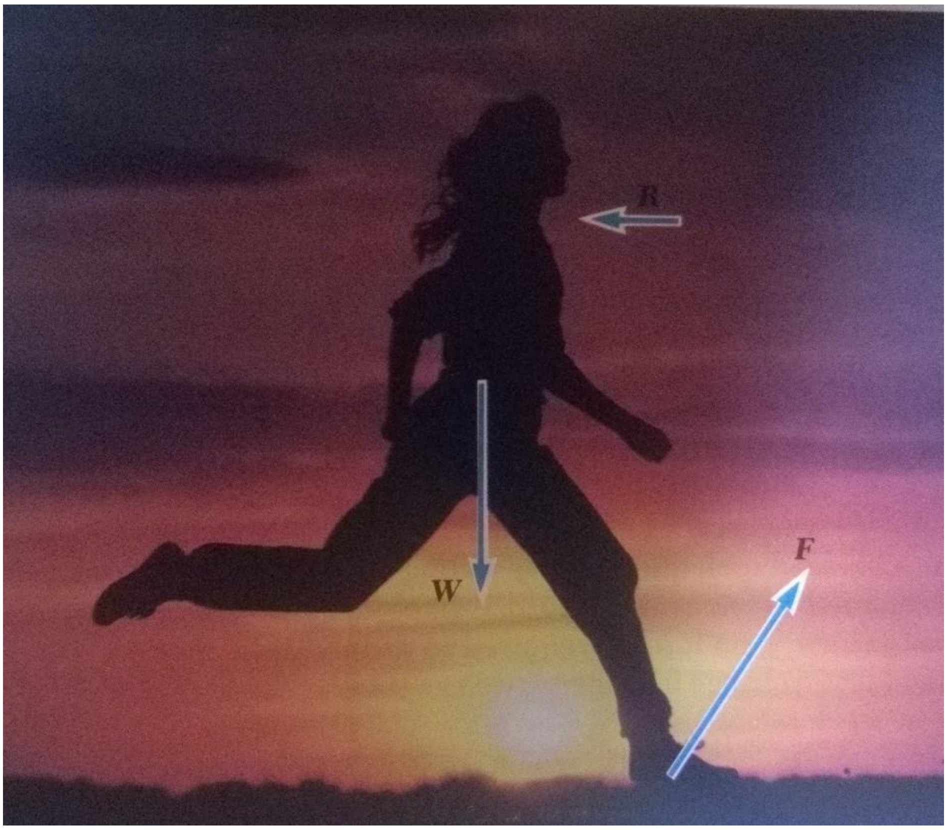
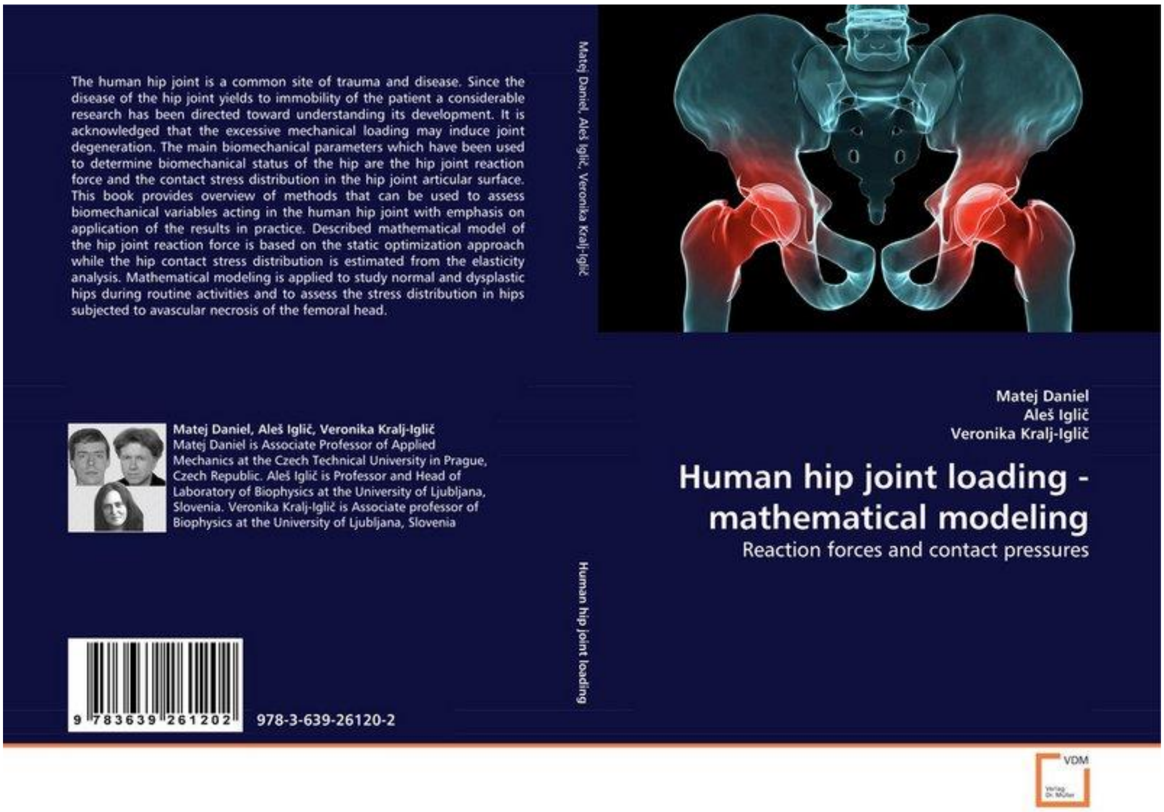
DINAMIKA

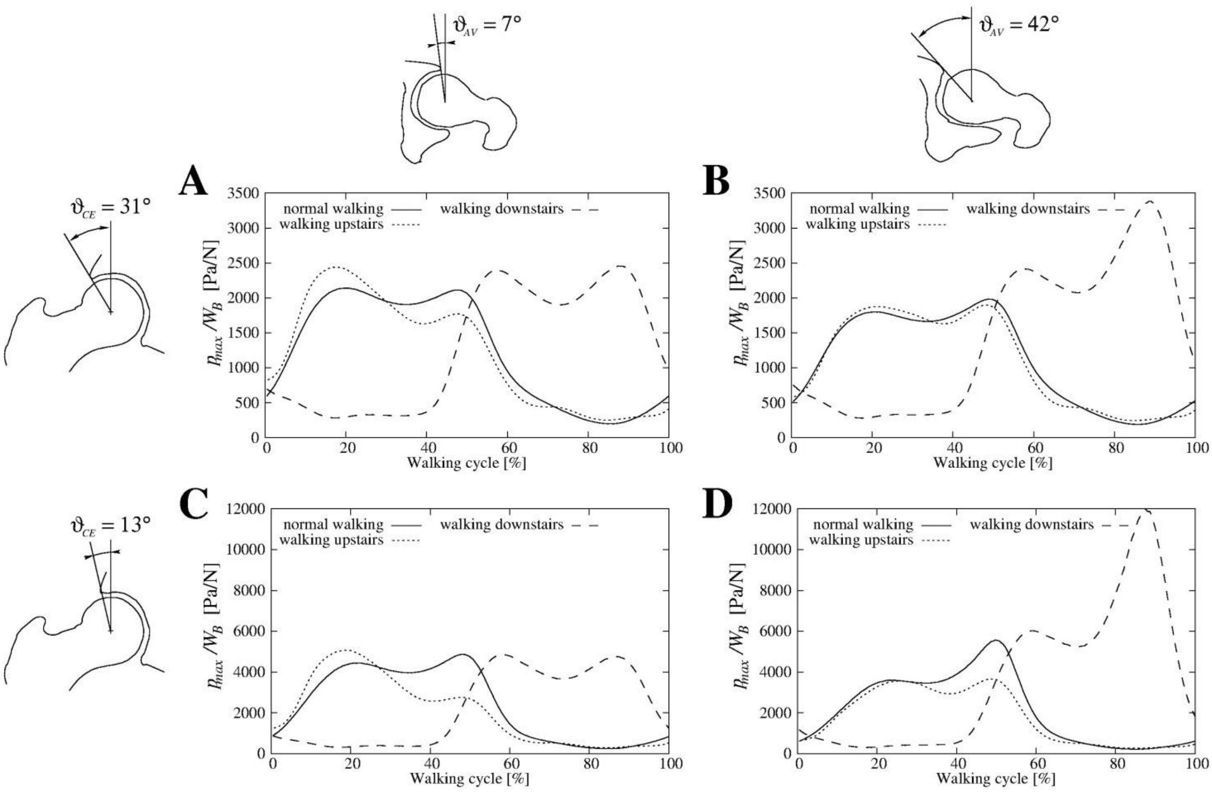
dynamis (gr.) = **sila**





Ipavec M., Brand R.A., Pedersen D.R, Mavčič B., Kralj-Iglič V., Iglič A.: Mathematical modelling of stress in the hip during gait. J. Biomechanics 32 (1999) 1229-1235
http://physics.fe.uni-lj.si/publications/pdf/ipavec99.pdf

Daniel M., Iglič A., Kralj-Iglič V.: **Hip contact stress during normal and staircase walking - influence of acetabular anteversion angle and lateral coverage of acetabulum,** J. App. Biomech. 24 (2008) 88-93



Newton-ovi zakoni

sir Isaac Newton
(1643– 1727)

-telesa se gibljejo zaradi vpliva drugih teles na obravnavano telo

-vzrok gibanja torej običajno leži v interakciji med telesi (*sile*)

-v okolici opazovanega telesa je navadno mnogo teles, kar otežuje analizo

Newton-ovi zakoni

Vsako telo vztraja v stanju mirovanja ali enakomernega gibanja po ravni črti, če ne deluje nanj nobena sila

Sprememba gibanja telesa je sorazmerna sili, ki deluje na telo in ima smer te sile.

K vsaki sili (akciji) ostaja vedno nasprotno enaka sila (reakcija); ali drugače, če deluje prvo telo na drugo telo z neko silo, deluje drugo telo na prvo telo z enako veliko silo v nasprotni smeri.

Sila je količina, ki meri vpliv enega telesa na drugo telo.

Telo je vsak del snovi, ki ga lahko vsaj teoretično ločimo od okolice.

Točkasto telo

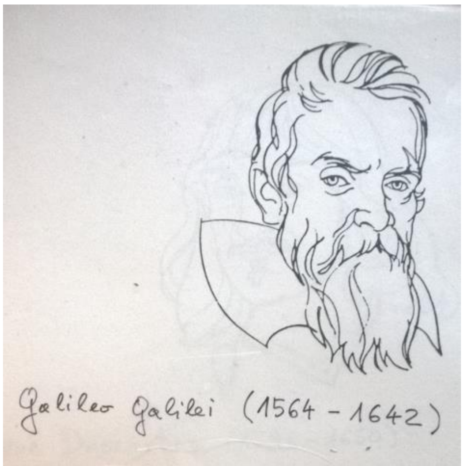
PHILOSOPHIÆ NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA

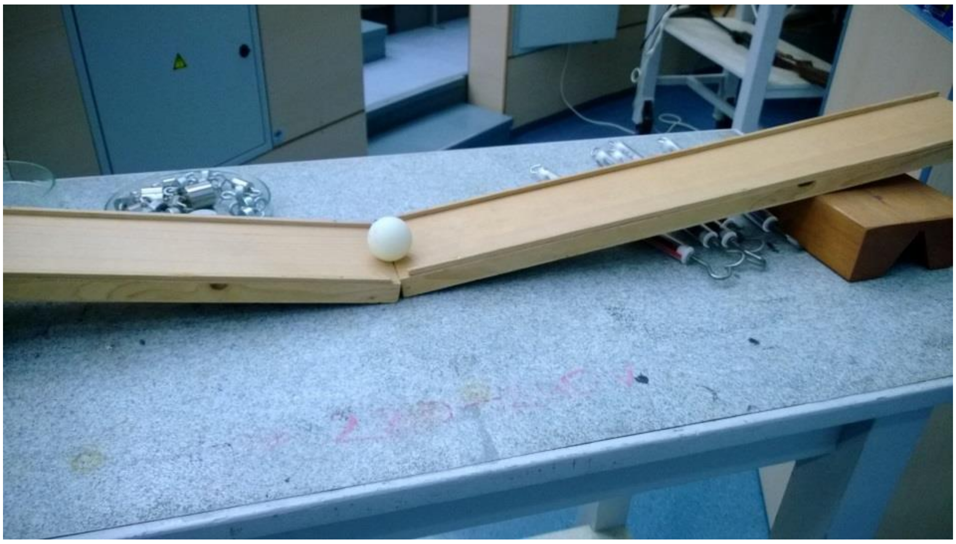
Autore *JS. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheseos Professore *Lucasiano*, & Societatis Regalis Sodali.

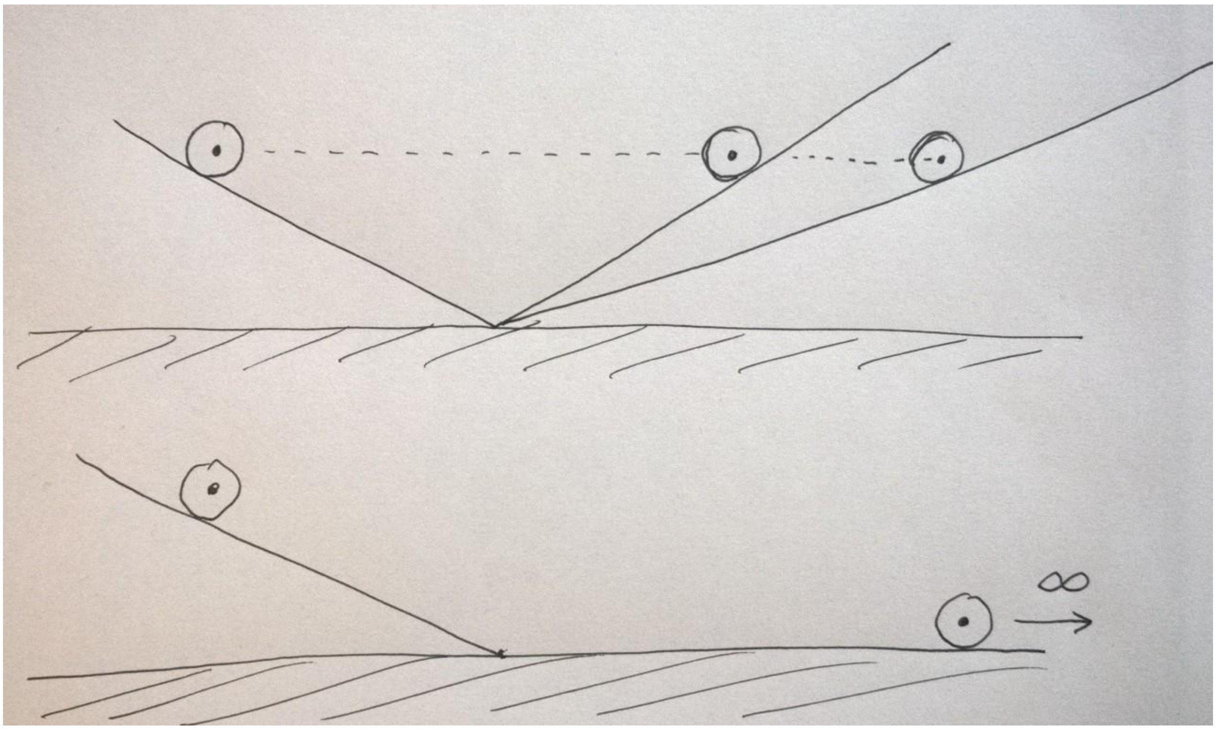
IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

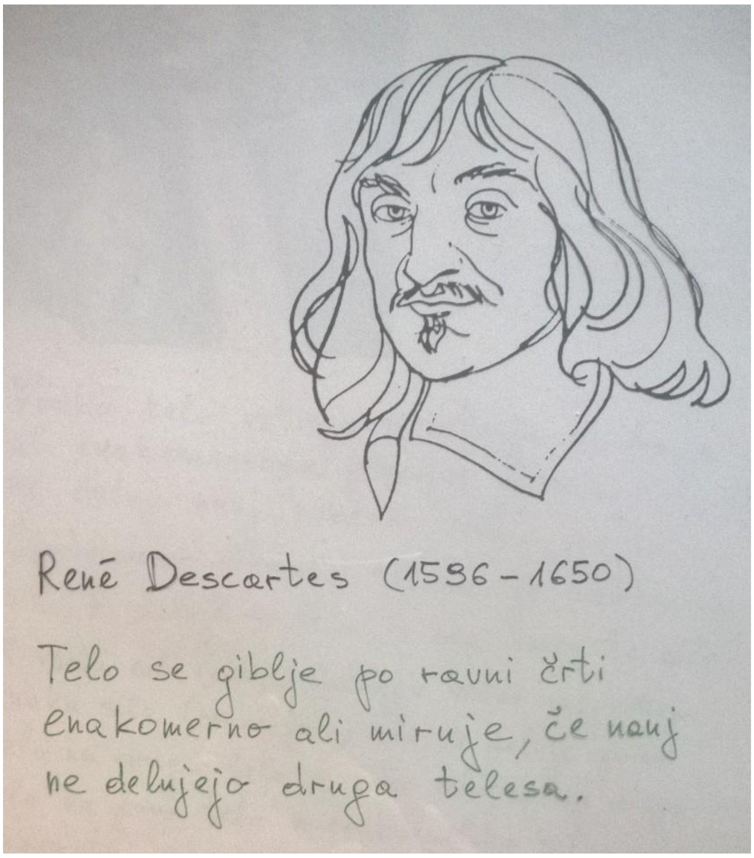
LONDINI,
Jussu *Societatis Regiæ* ac Typis *Josephi Streater*. Prostant Venales apud *Sam. Smith* ad insignia Principis *Walliæ* in Cœmiterio D. *Pauli*, aliosq; nonnullos Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

Prvi Newton-ov zakon (za točkasto telo)






∞


René Descartes (1596 - 1650)
Telo se giblje po ravni črti enakomerno ali miruje, če nanj ne delujejo druga telesa.

II. Newton-ov zakon za točkasto telo :

$$\vec{F} = m\vec{a} \qquad \vec{a} = \frac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$$

druga oblika :

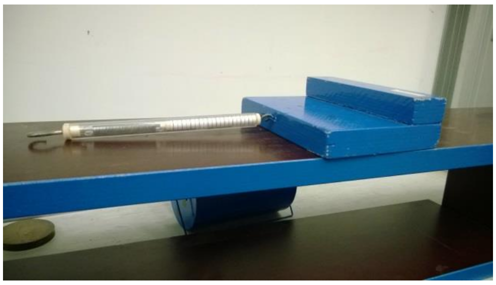
$$\vec{F} = \frac{\mathrm{d}(m\vec{v})}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\vec{G}}{\mathrm{d}t}$$

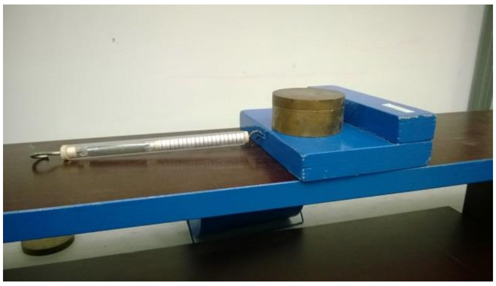
gibalna količina točkastega telesa

$$\vec{G} = m\vec{v}$$

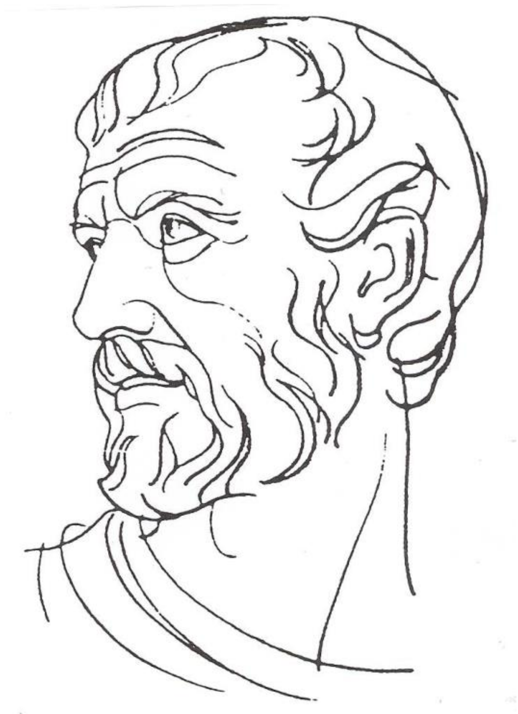
m = (vztrajnostna) masa točkastega telesa, ki meri vztrajnost telesa pri spremembi hitrosti telesa. Masa je je aditivna.

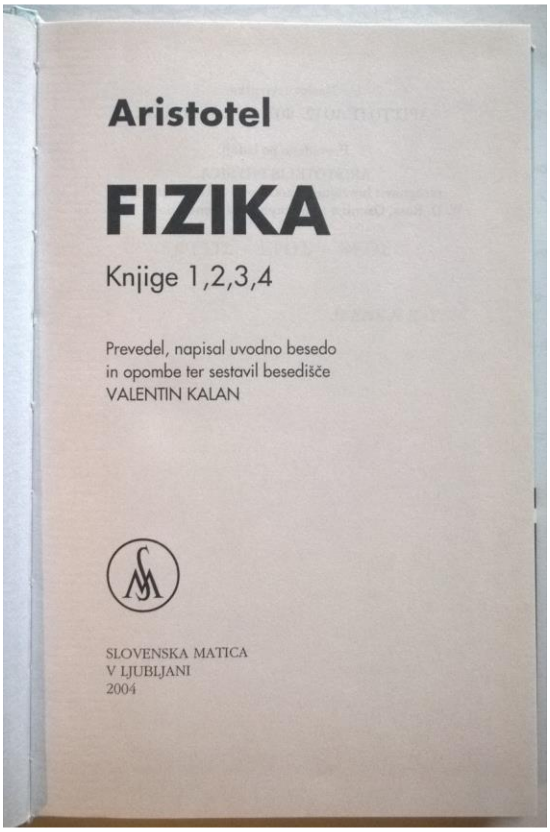
Masivnejšemu telesu težje spremenimo hitrost, od tod »**vztrajnostna masa**«





Aristotelov zakon gibanja





Aristotel

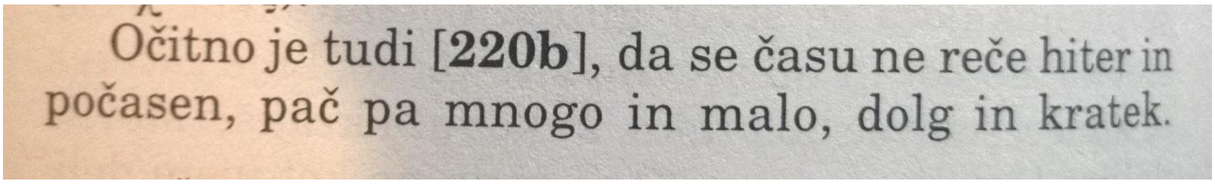
FIZIKA

Knjige 1,2,3,4

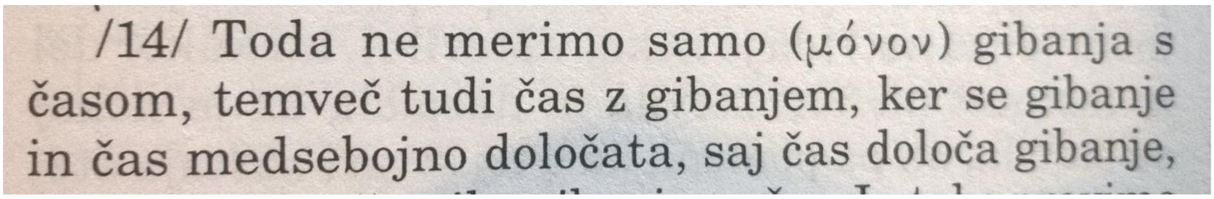
Prevedel, napisal uvodno besedo
in opombe ter sestavil besedišče
VALENTIN KALAN

SLOVENSKA MATICA
V LJUBLJANI
2004

Aristotel (384 – 322 pred n. št.)



Očitno je tudi [**220b**], da se času ne reče hiter in počasen, pač pa mnogo in malo, dolg in kratek.



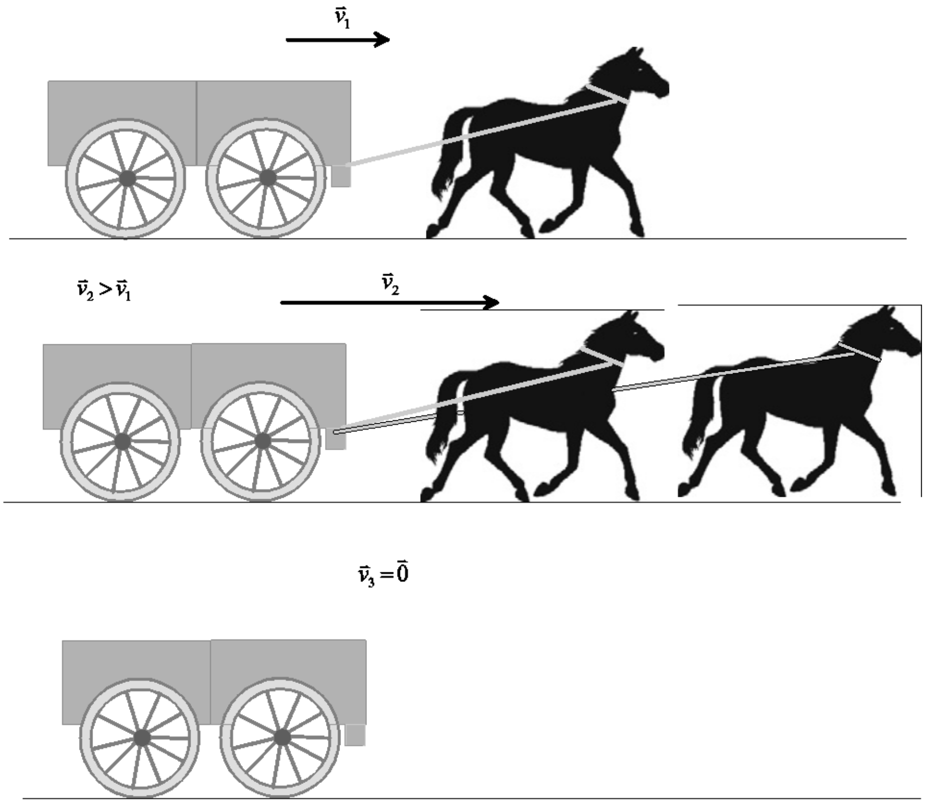
/14/ Toda ne merimo samo (μόνον) gibanja s časom, temveč tudi čas z gibanjem, ker se gibanje in čas medsebojno določata, saj čas določa gibanje, Aristotel: gibanje teles so **naravna** in **vsiljena** gibanja

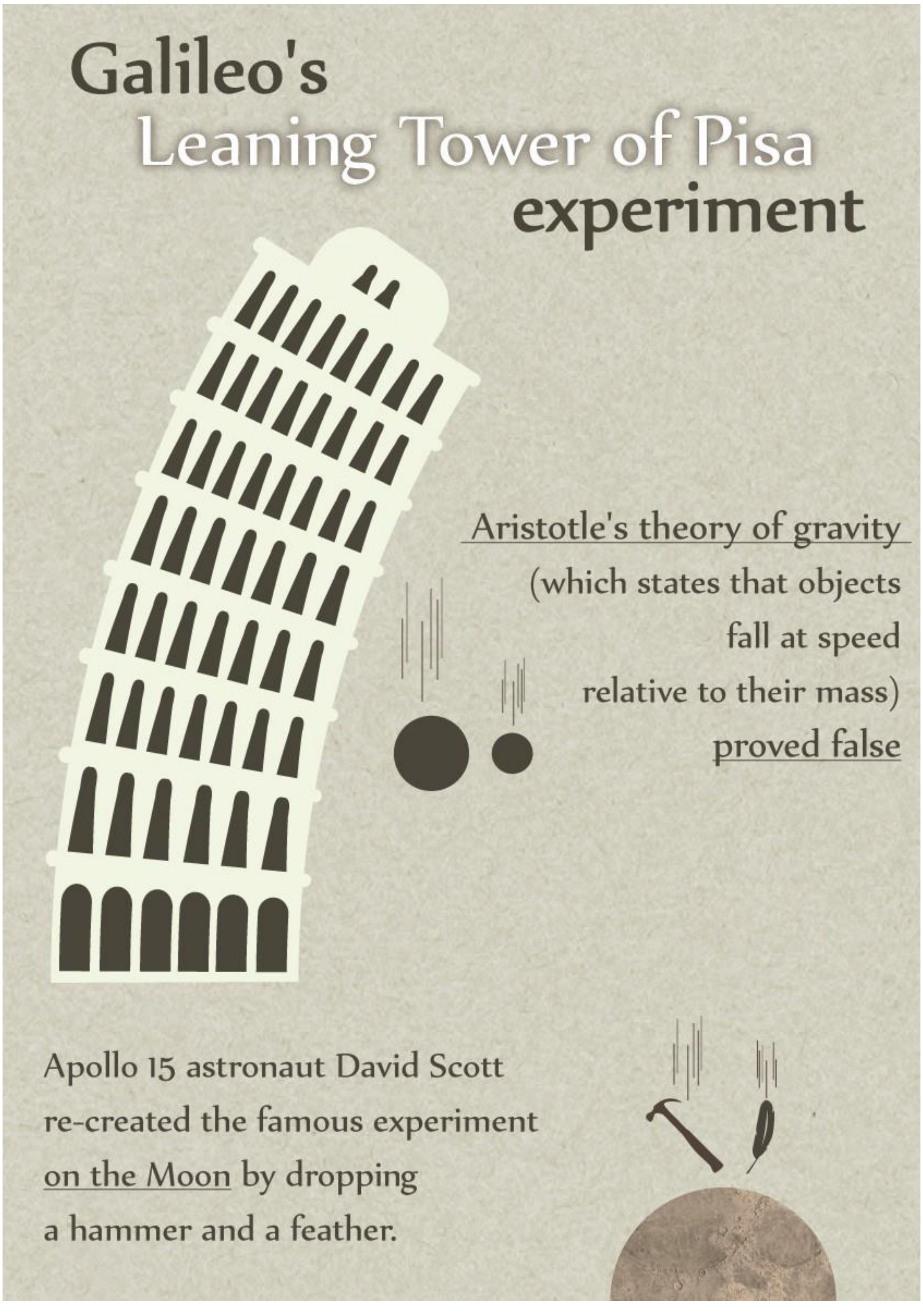
Naravna gibanja, a primer gibanje planetov, za vzdrževanje ne potrebuje nobene sile.

Vsiljeno gibanje, na primer premikanje voza, pa vedno potrebuje za svoje vzdrževanje od nič različno zunanjo silo (zunanji vzrok).

$F \propto v$ $\qquad$ $v \propto F$ $\qquad$ $F = m a$

Aristotel pozabil na sile upora in silo trenja



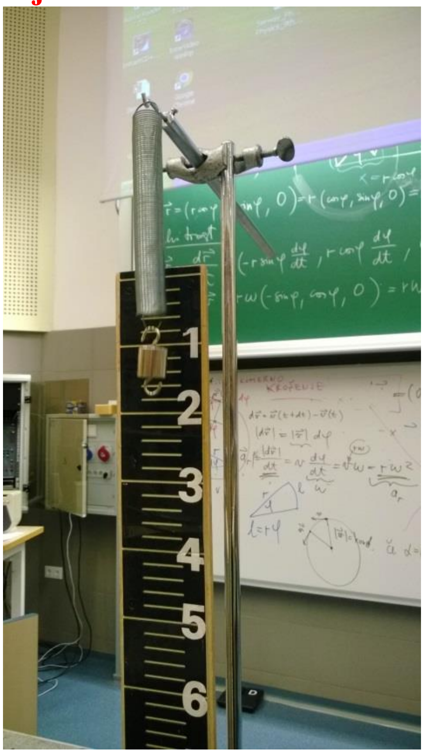


$$ma = mg - F_{upora} \qquad a = g - F_{upora} / m$$

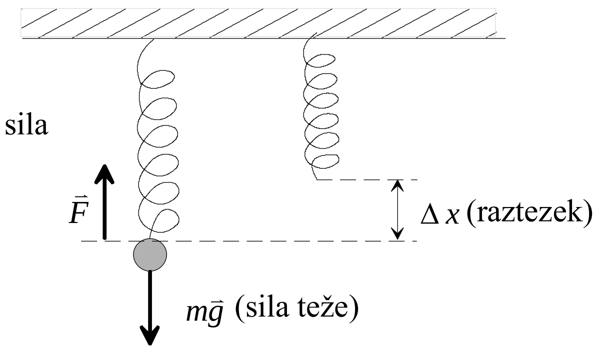
Zaključek : v okviru Newtonovega opisa gibanje teles za vzdrževanje stalne hitrosti ni potrebna sila.

Sila ne spreminja le hitrosti telesa, ampak lahko telo tudi **deformira**.

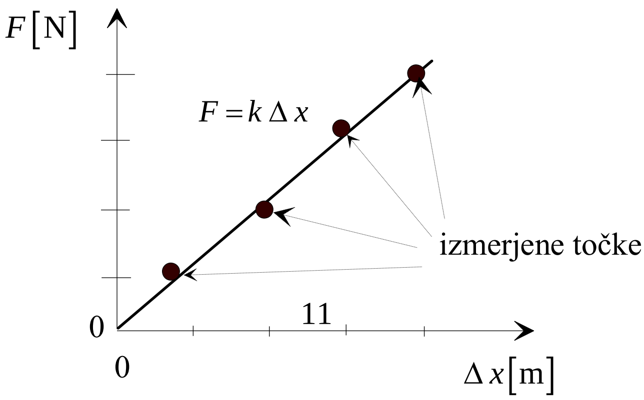
vijačna vzmet



Hookov zakon: merjenje sil z vijačno vzmetjo (natezanje vzmeti)

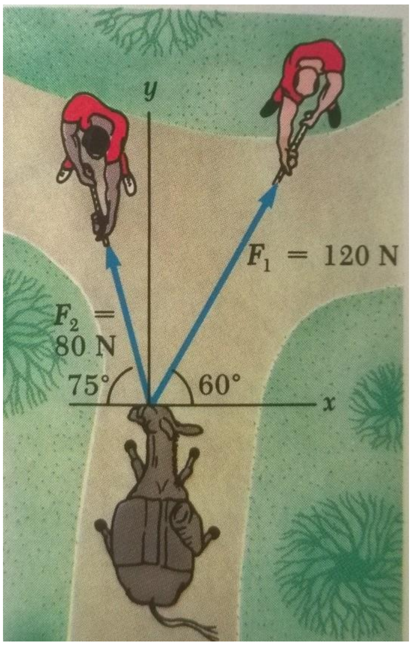


V ravnovesju velja: $\vec{F} + m\vec{g} = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = -m\vec{g}$



silomer (dinamometer)

ravnovesje sil - tri vzmetne tehtnice/dinamometri + uteži



Sile med telesi so običajno **centralne**, to se pravi, da delujejo na zveznici, ki povezuje dve točkasti telesi.

Coulombska elektrostatska sila :

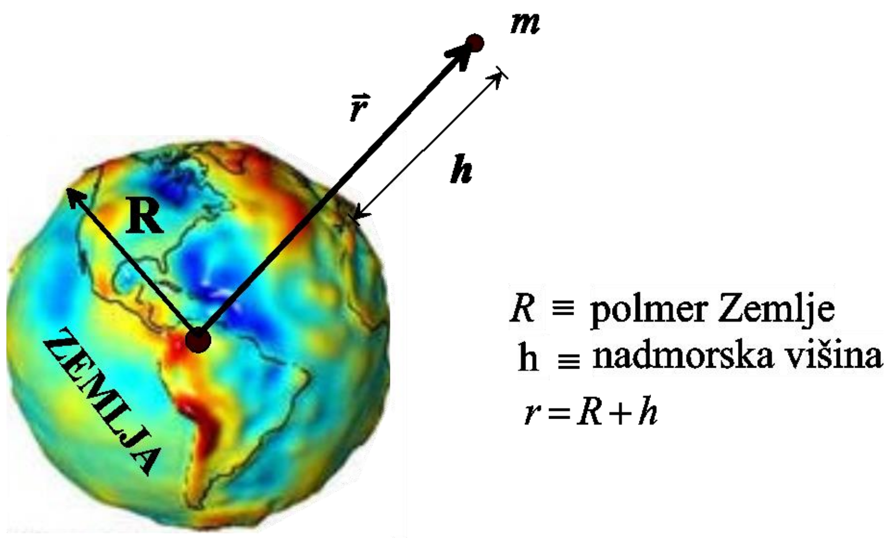
$$\vec{F} = \frac{e_1 e_2}{4\pi \varepsilon_0 r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

Gravitacijska privlačna sila med dvema točkastima masama m_1 in m_2 :

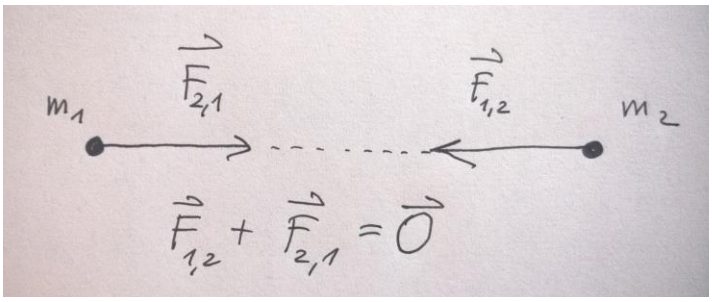
$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

Gravitacijska sile med Zemljo (ni točkasto telo !) z maso M_Z in točkastim telesom z maso m :

$$\vec{F}_g = -G \frac{M_Z m}{r^2} \frac{\vec{r}}{r} \qquad F_g = G \frac{M_Z m}{r^2} = G \frac{M_Z m}{(R+h)^2} = mg$$



III. Newtonov zakon



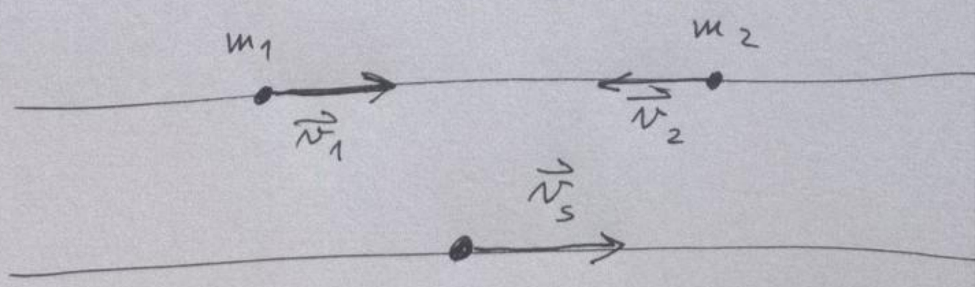
$$\vec{F}_{2,1} = m_1 \vec{a}_1 \qquad \vec{F}_{1,2} = m_2 \vec{a}_2$$

$$m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} + m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt} = \vec{0}$$

$$\frac{d}{dt}\left(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2\right) = \vec{0}$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = \text{konst.}$$

Primer: popolnoma neprožni trk 2 točkastih teles

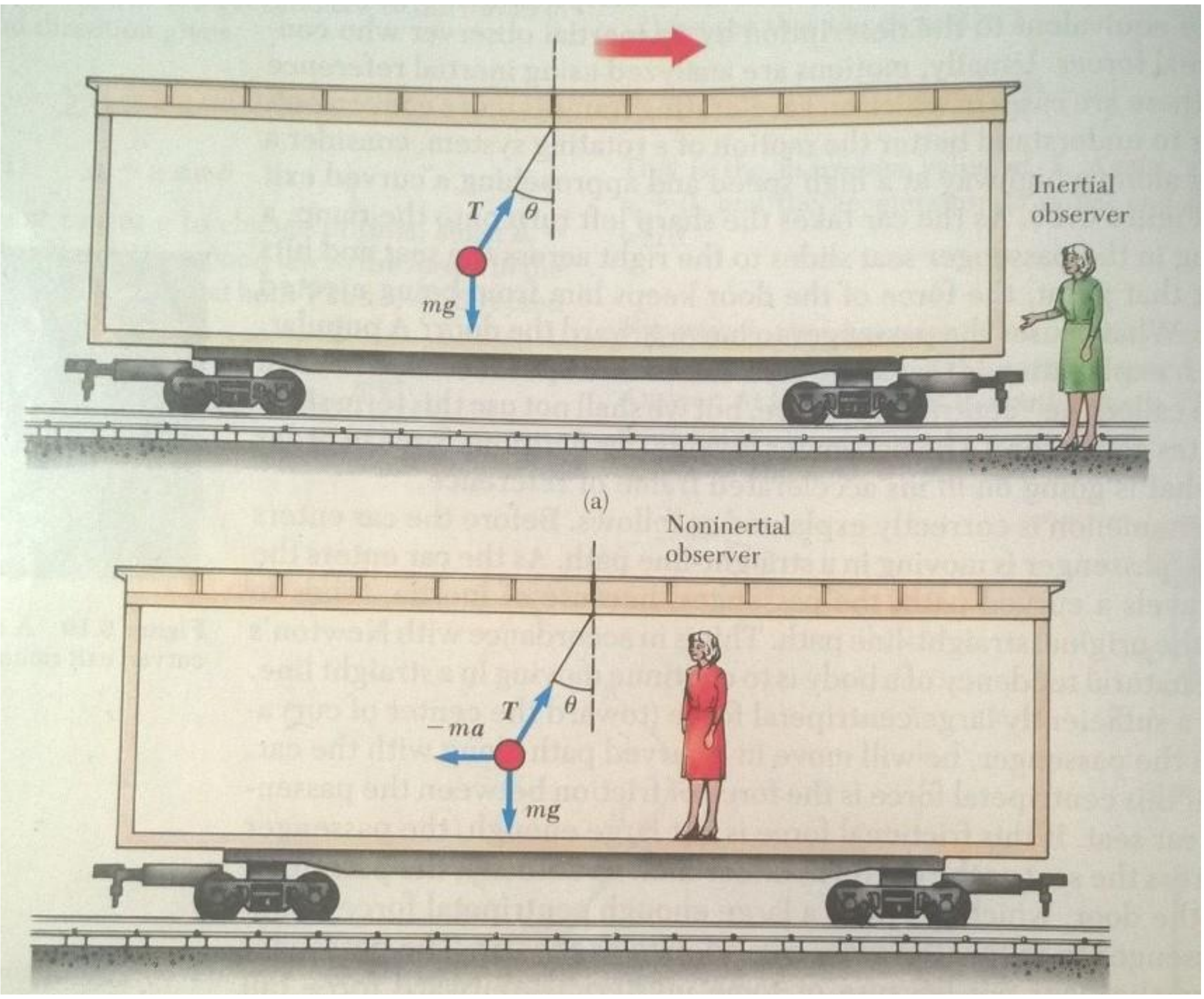


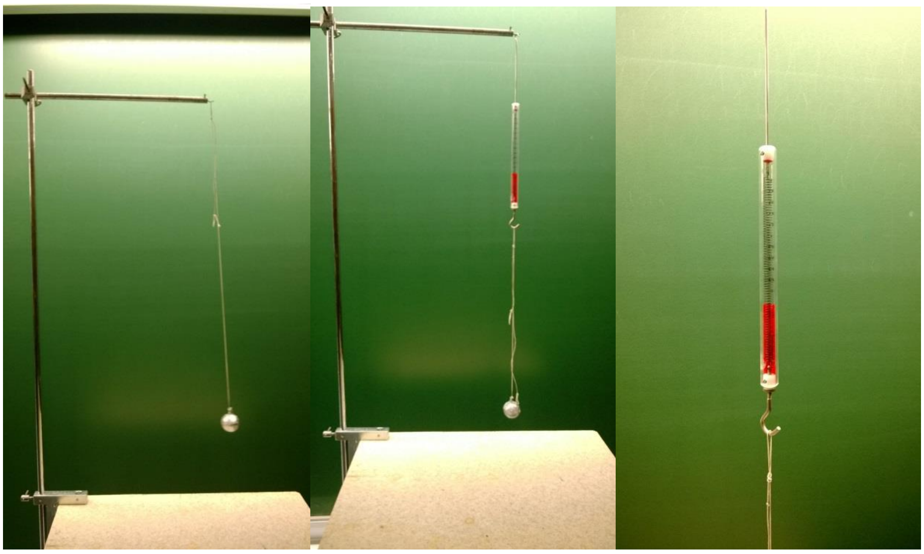
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\,\vec{v}_S$$

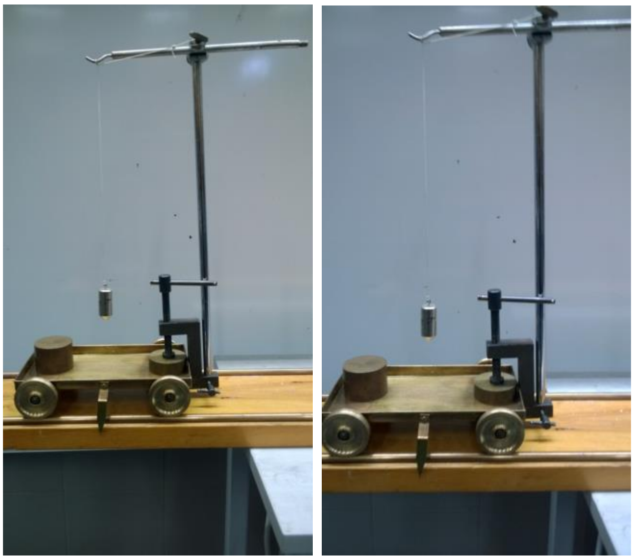
$$\vec{v}_S = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{(m_1 + m_2)}$$

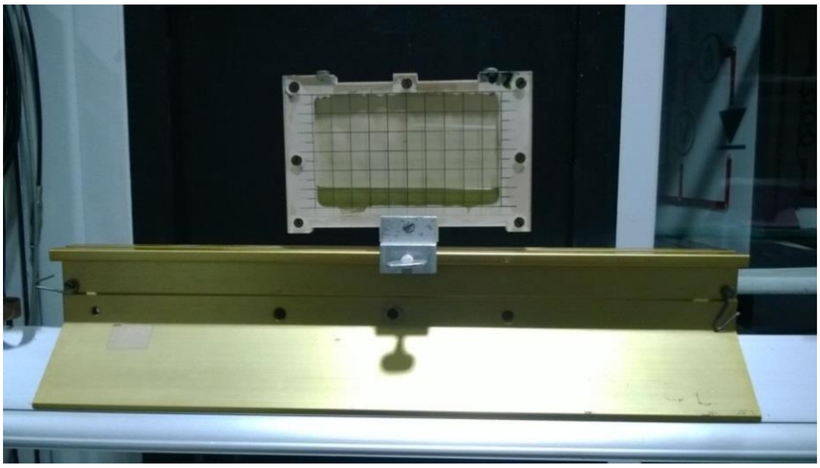
VELJAVNOST II. Newtonovega zakona in zakaj rabimo I. Newtonov zakon

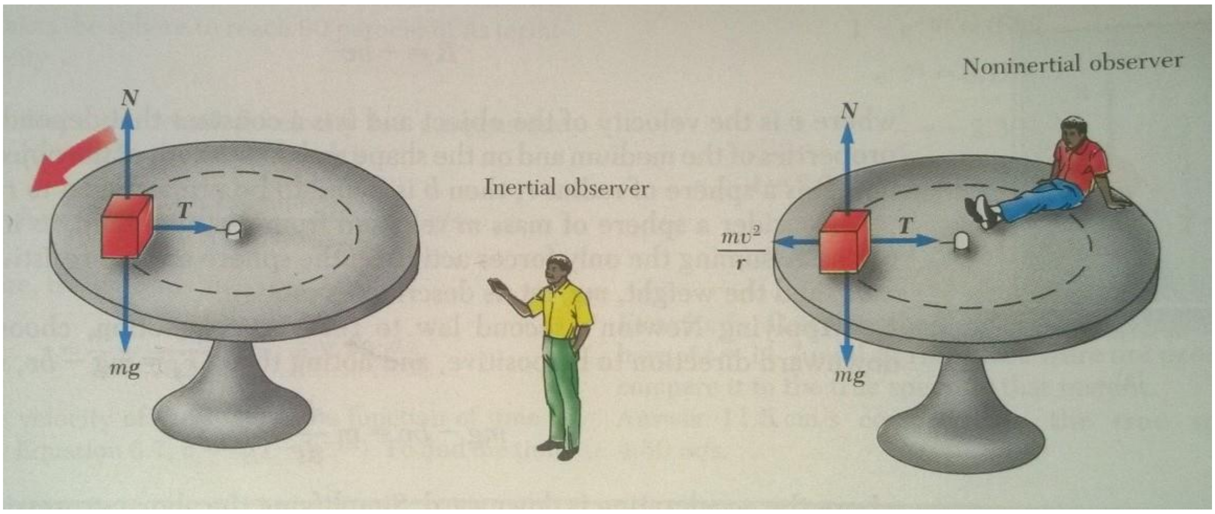
II. Newtonov zakon velja le **inercialnih** (nepospešenih) sistemih



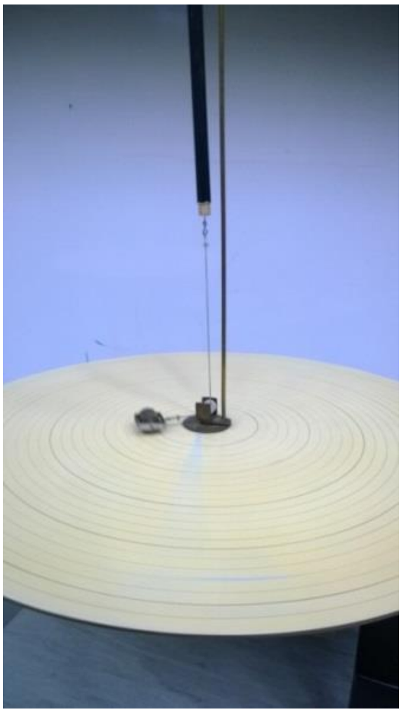








Noninertial observer
Inertial observer
N
T
mg
N
$\frac{mv^2}{r}$
T
mg

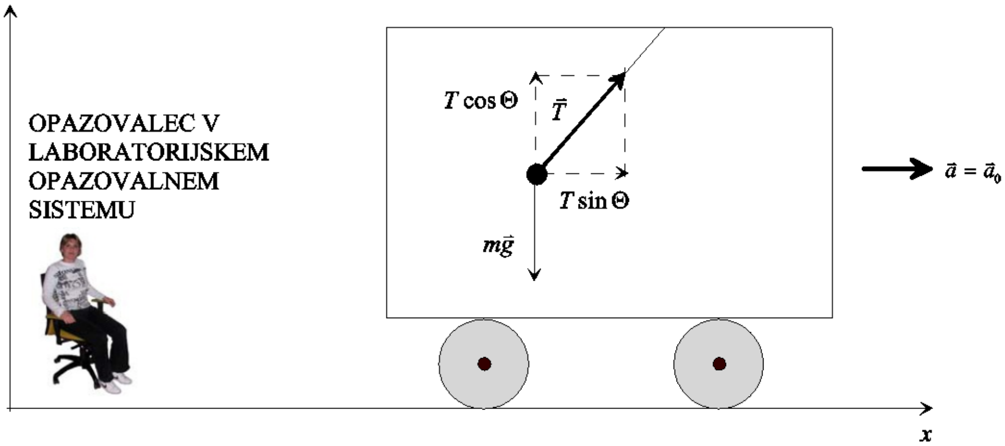


II. Newtonov zakon **velja** za **opazovalca** v laboratorijskem inercialnem sistemu

$$x: T\sin\Theta = m a_0$$

$$y: T\cos\Theta = m g$$

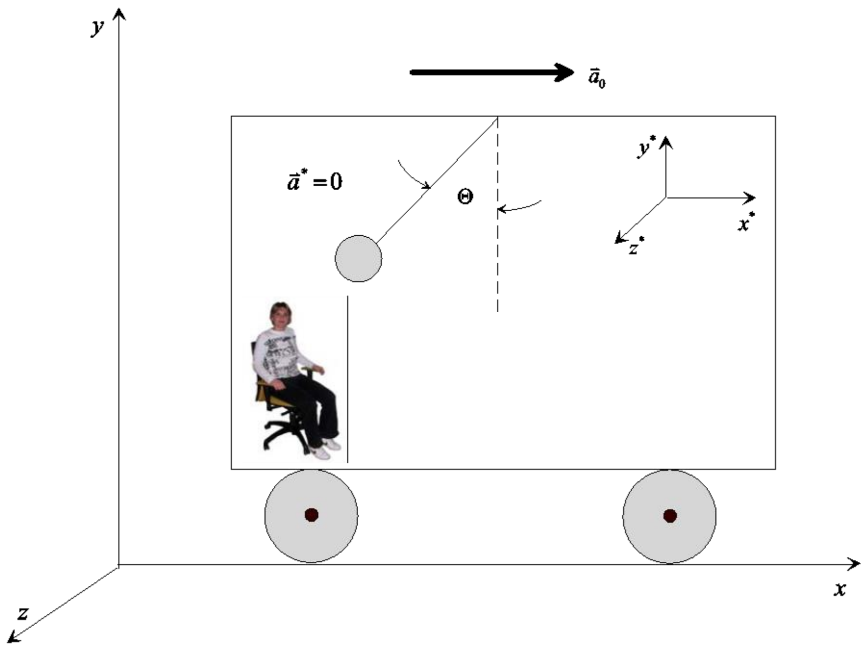
kjer je *m* masa na nitki viseče kroglice, *g* pa gravitacijski pospešek.

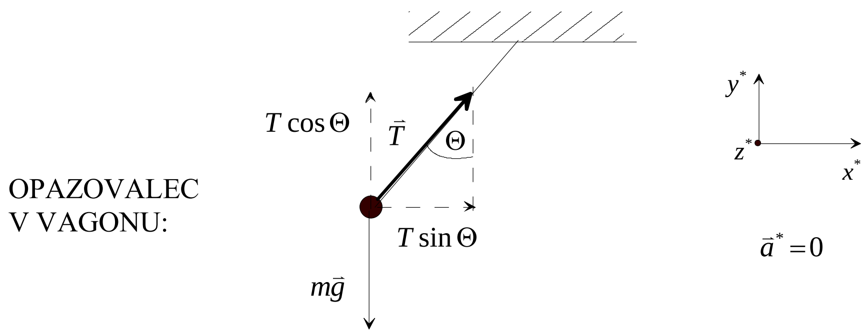


II. Newtonov zakon **ne velja** za **opazovalca** v neinercialnem sistemu vagona

OPAZOVALEC v zaprtem vagonu, ki se giblje s pospeškom $\vec{a}_0$ v smeri x osi izmeri :

- v smeri x^*- osi deluje na visečo kroglico sila $T\sin\Theta$
- pospešek kroglice za opazovalca v vagonu $\vec{a}^*=0$



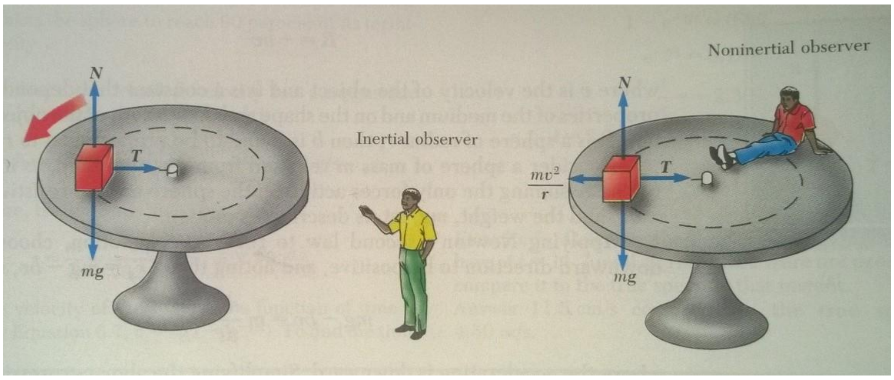


Če hočemo, da II. Newtonov zakon velja formalno tudi v vagonu, moramo vpeljati tako imenovano **sistemsko silo** $\vec{F}_S$

$$\vec{F}_S = -m\vec{a}_0$$

$$m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_S = m\vec{a}^* = \vec{0}$$

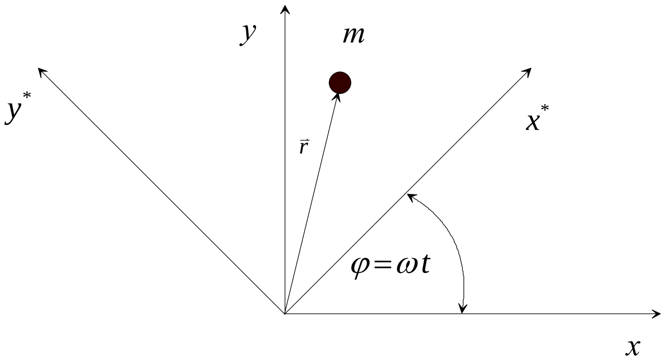
Centrifugalna sistemska sila



laboratorijski inercialni opazovalni sistem $(x,\ y,\ z)$

$$\vec{F}_{cp} = -m\,\omega^2 \vec{r}$$

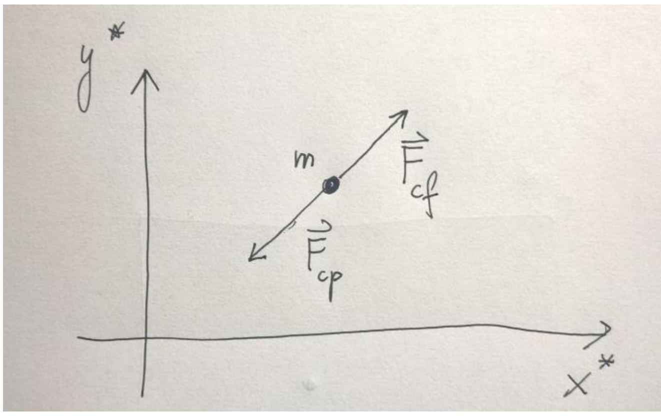
enakomerno vrteči se opazovalni sistem (x^*, y^*, z^*)

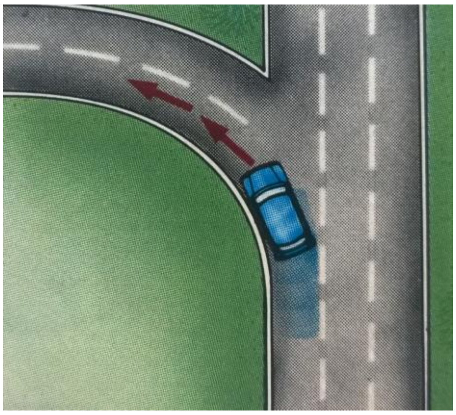


m = masa točkastega telesa
ω = kotna hitrost vrtenja opazovalnega sistema (x^*, y^*, z^*)

v **vrtečem** (neinercialnem) sistemu je pospešek mirujoče mase enak nič :

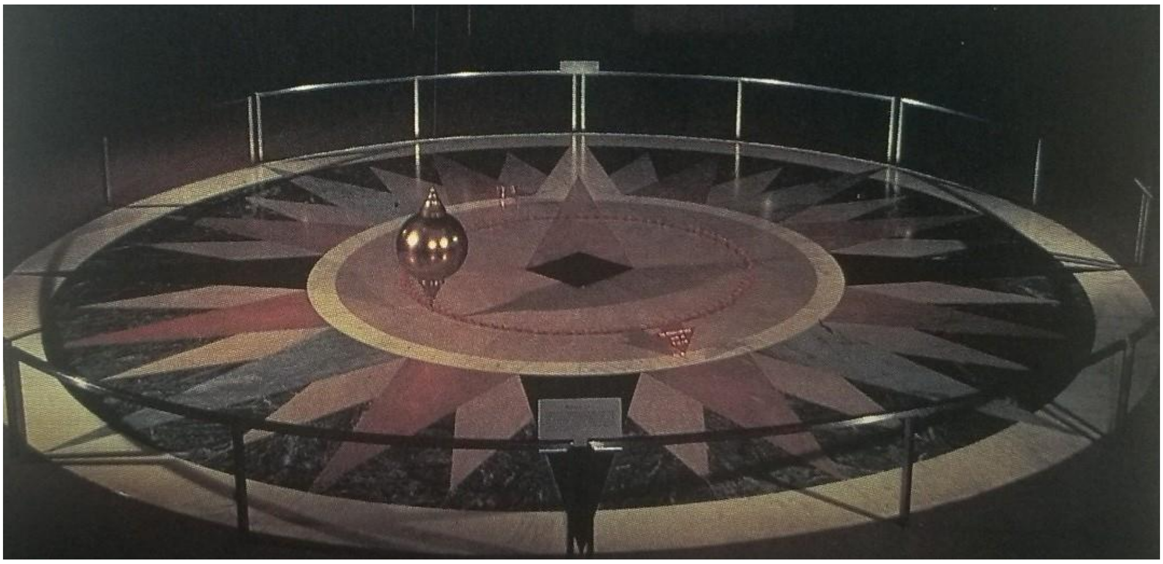
$$\vec{F}_{cp} + \vec{F}_{cf} = m\,\vec{a}^* = 0 \qquad \vec{F}_{cf} = -\vec{F}_{cp} = m\,\omega^2 \vec{r}$$

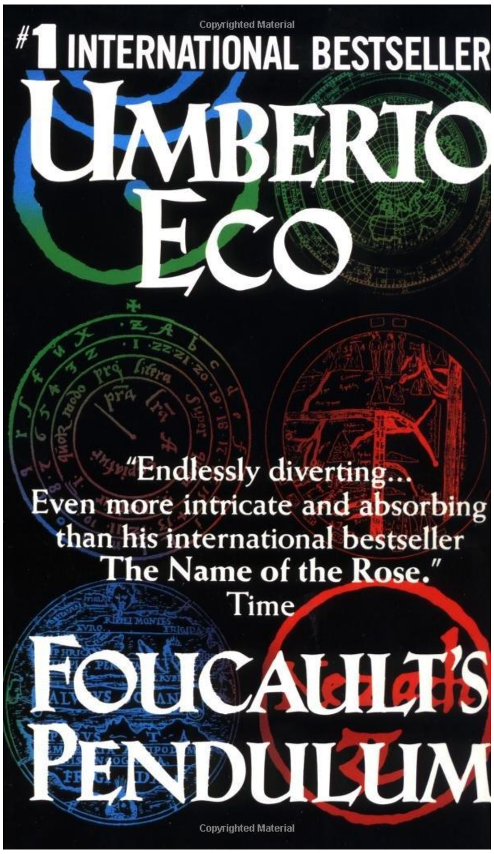


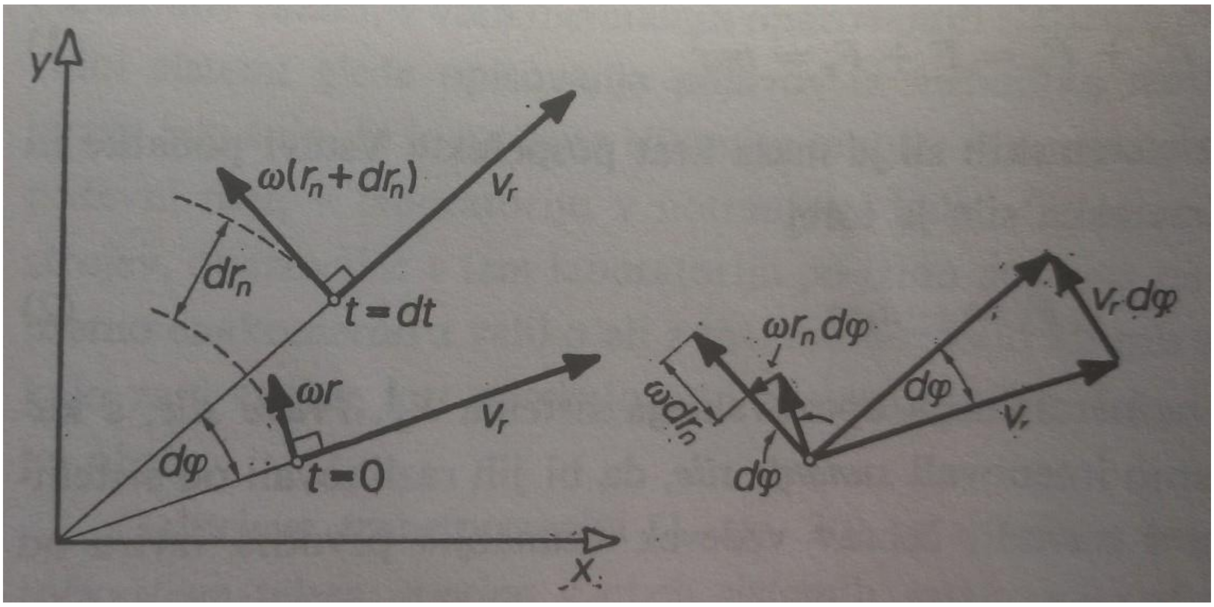


še ena sila v vrtečem se neinecialnem sistemu : **Coriolisova sila** (če se masa *m* v vrtečem koordinatnem sistemu giblje tako, da se spreminja njena razdalja od izhodišča $\left(x^*,y^*,z^*\right)$.

Foucaultovo nihalo




Copyrighted Material
#1 INTERNATIONAL BESTSELLER
UMBERTO ECO
"Endlessly diverting...
Even more intricate and absorbing
than his international bestseller
The Name of the Rose."
Time
FOUCAULT'S PENDULUM
Copyrighted Material

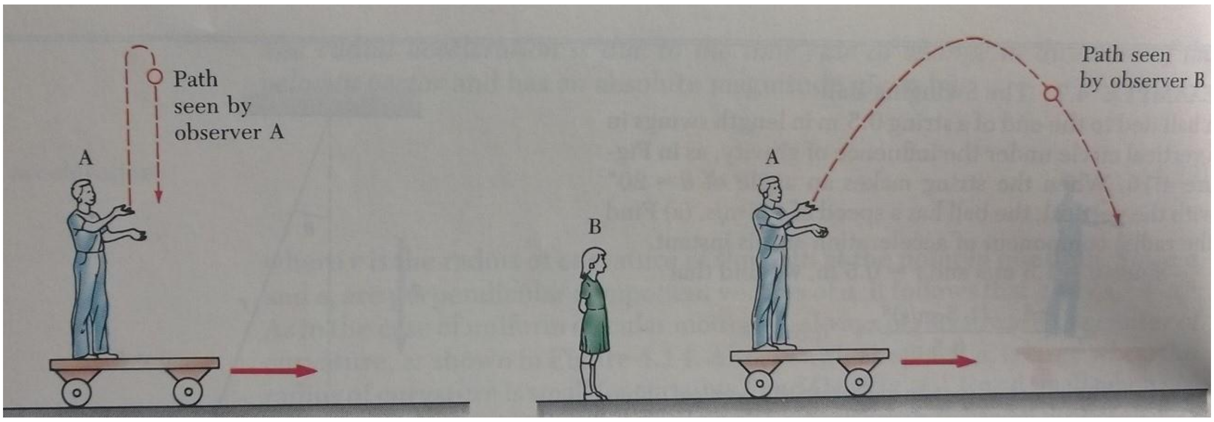


Inercialni opazovalni sistem pa je definiran s prvim Newtonovim zakonom. Opazovalni sistem v katerem velja I. Newtonov zakon je torej **inercialni** opazovalni sistem. Vidimo torej, da je I. Newtonov zakon samostojni zakon, ki definira inercialni opazovalni sistem v katerem velja II. Newtonov zakon.

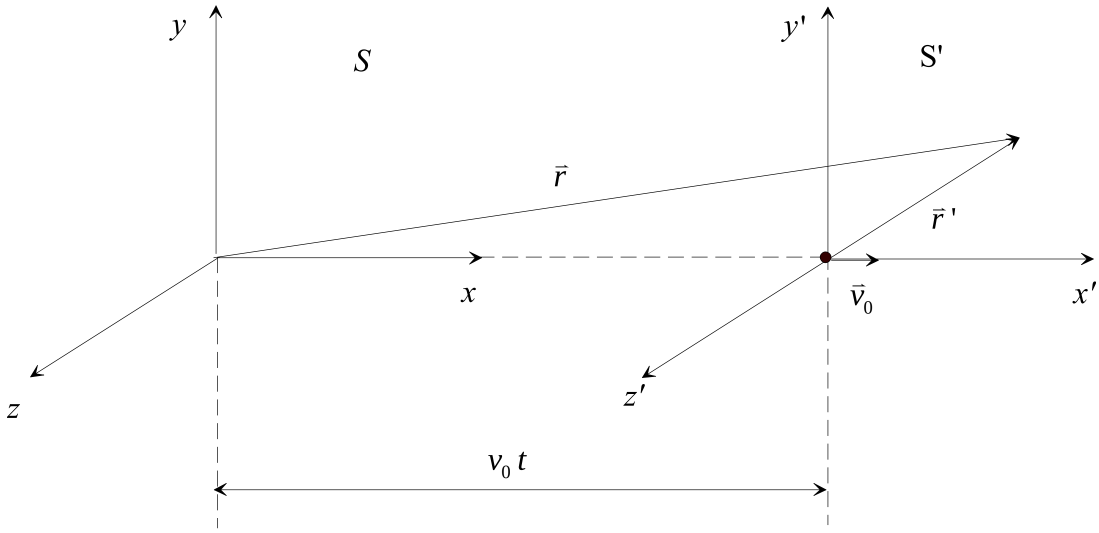
Galilejevo načelo :

zakoni klasične fizike imajo enako obliko v vseh inercialnih sistemih

Galilejeve transformacije



-koordinatne osi in izhodišči obeh sistemov ob času $t = 0$ se pokrivajo
-koordinatne osi paroma vzporedne
-izhodišče koordinatnega sistem S' se giblje s konstantno hitrostjo v_0 glede na S v smeri x-osi



$$\vec{r} = \vec{r}\,' + \vec{v}_0\, t$$

$$x = x' + v_0\, t$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = t'$$

$$\vec{r} = \vec{r}\,' + \vec{v}_0\, t \qquad \vec{v} = \frac{\mathrm{d}\vec{r}}{\mathrm{d}t} = \vec{v}\,' + \vec{v}_0$$

$$x = x' + v_0\, t \qquad v_x = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = v_x' + v_0$$

$$y = y' \qquad v_y = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = v_y'$$

$$z = z' \qquad v_z = \frac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t} = v_z'$$