

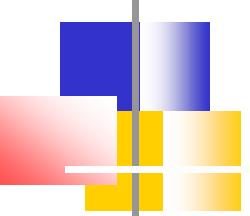
Dinamika

Količina gibanja

Količinu gibanja definiramo kao produkt mase i brzine tijela

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

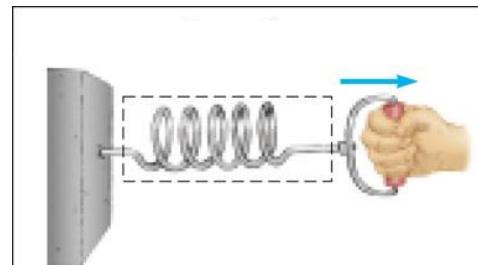
Masa je kvantitativna mjera otpornosti tijela promjeni svog gibanja.
Svojstvo tijela da održava svoje stanje gibanja nazivamo
tromost ili inercija.



Sile

- **Silu** proučavamo pomoću njenog djelovanja koje se očituje u promjeni stanja gibanja.
- **Vektorska veličina**
- Jedinica za silu je
 $1\text{N} = 1\text{kg}\text{m}/\text{s}^2$
- **Osnovne vrste**
 - elektromagnetska
 - slaba nuklearna
 - gravitacija
 - jaka nuklearna

Kontaktna sila

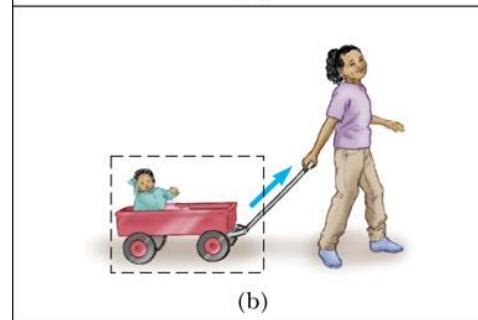


(a)

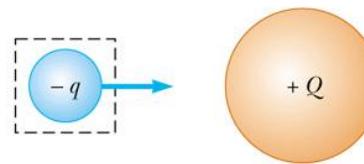
Polje



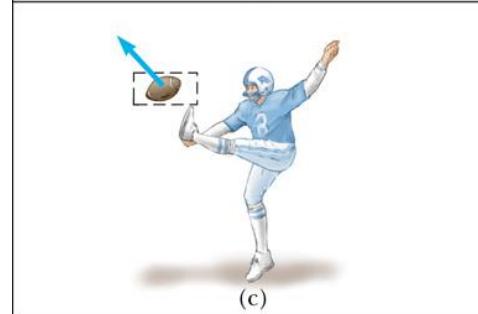
(d)



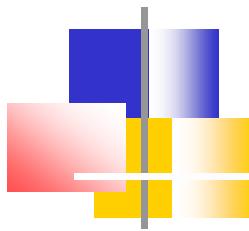
(b)



(e)



(c)



Newtonovi zakoni

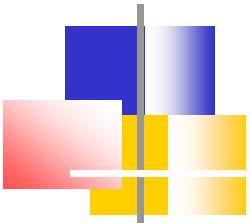
Prvi Newtonov zakon

Tijelo ostaje u stanju mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu ako je zbroj vanjskih sila jednak nuli.

Drugi Newtonov zakon

Promjena količine gibanja jednaka je sili koja djeluje na tijelo.

$$\vec{F} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



U slučaju kad je masa tijela stalna drugi Newtonov zakon glasi

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

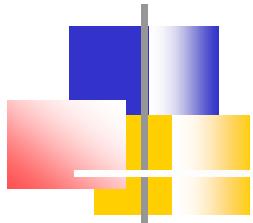
Ukupna sila na tijelo proporcionalna je njegovom ubrzanju.

Primjer

Ako udarac igrača na loptu mase 500g traje 10ms i lopta postigne brzinu 5m/s, kolikom je srednjom silom igrač djelovao na loptu?

Rješenje

$$F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = 250\text{N}$$

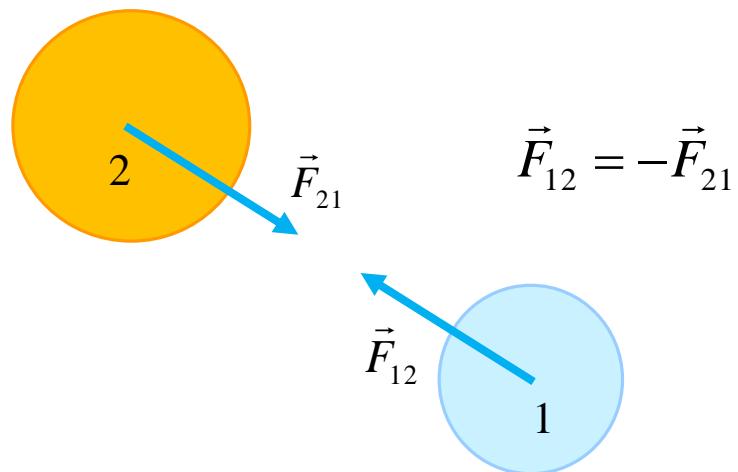


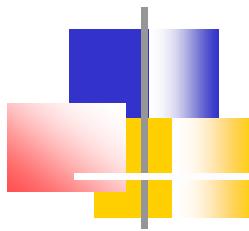
Treći Newtonov zakon

Kad dva tijela (A i B) međudjeluju, sila \vec{F}_{AB} kojom tijelo B djeluje na tijelo A je jednaka po iznosu ali suprotnog smjera od sile \vec{F}_{BA} kojom tijelo A djeluje na tijelo B

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Primjer
Centralne sile





Zakon očuvanja količine gibanja

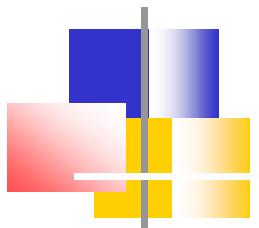
Izolirani sustav tijela je onaj sustav na kojeg ne djeluju vanjske sile.

Posljedica Newtonovih zakona je **zakon očuvanja količine gibanja**.

Ukupna količina gibanja izoliranog sustava je konstanta u vremenu

$$\sum_i \vec{p}_i = \text{konst.}$$

gdje se sumira po svim tijelima u sustavu.



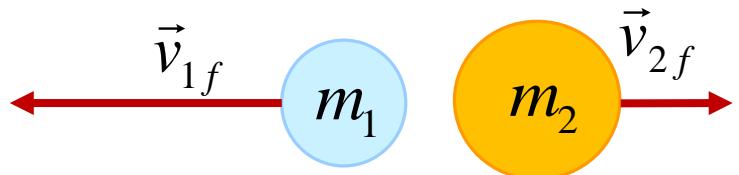
Primjer

Sudar dva tijela.

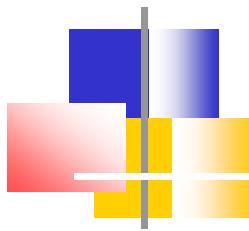
$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$



Prije sudara



Nakon sudara



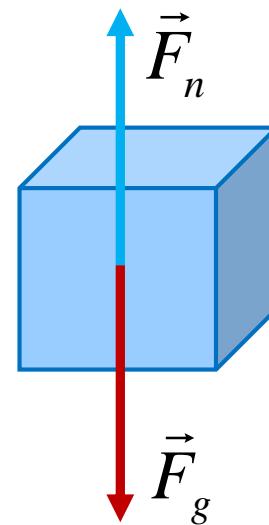
Primjeri sila

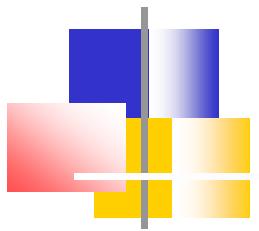
Zemljina sila teže

$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

Sila pritiska podloge \vec{F}_n

Uvjet ravnoteže $\vec{F}_n + \vec{F}_g = 0$





Uzmimo da dječak drži sanjke u mirovanju na kosini.

Sila pritiska podloge

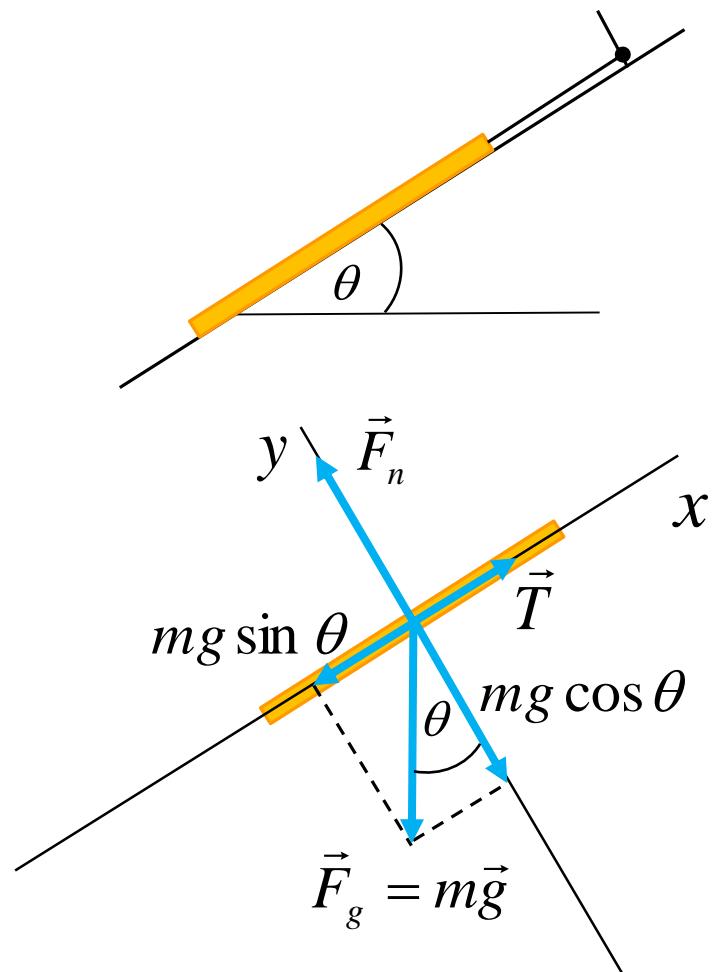
$$\vec{F}_n$$

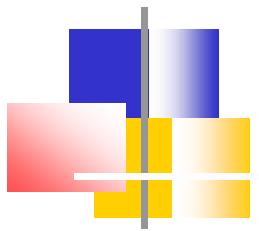
Sila napetosti niti

$$\vec{T}$$

Uvjet ravnoteže

$$T = mg \sin \theta$$



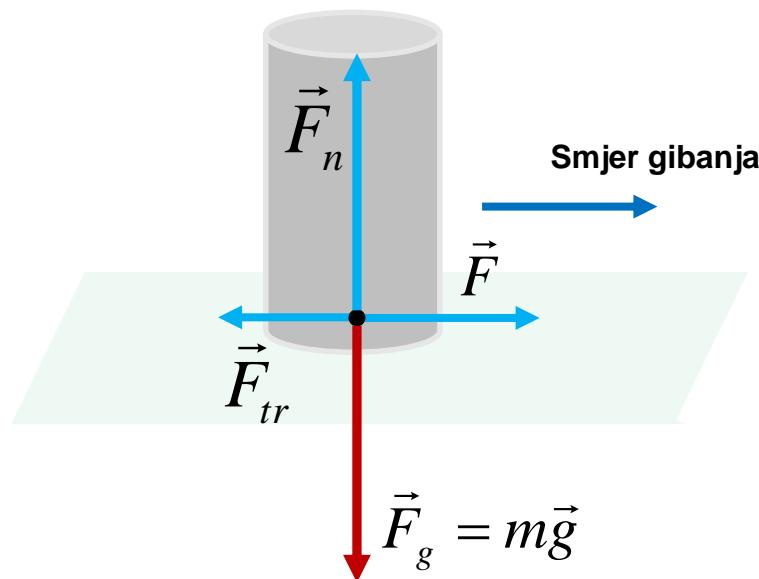


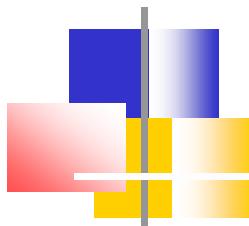
Sila trenja

- po iznosu je proporcionalna sili pritiska podloge

$$F_{tr} = \mu F_n$$

- koeficijent trenja (μ) ovisi o kontaktnoj površini
- ima smjer suprotan smjeru gibanja

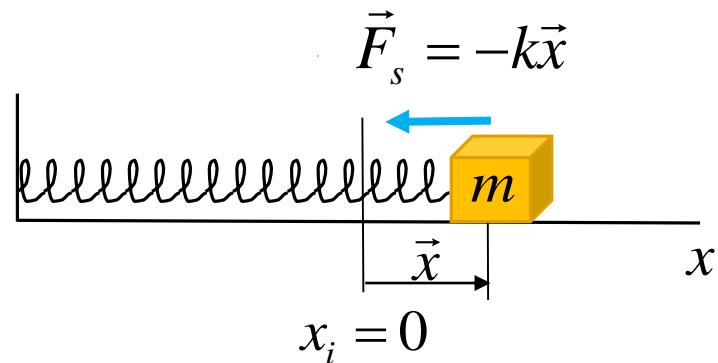




Sila opruge

$$\vec{F}_s = -k\vec{x}$$

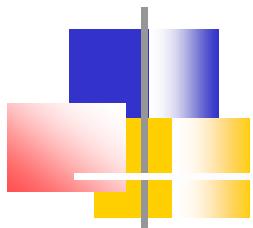
gdje je \vec{x} pomak iz ravnotežnog položaja ($x_i = 0$), a k konstanta opruge



Primjer

Za kristal je karakteristično da se određeni raspored molekula periodično ponavlja u prostoru. Kristalni vez možemo predviđati modelom s elastičnim oprugama kojima kao da su među sobom čestice povezane. U stanju ravnoteže sve kuglice imaju jednak razmak među sobom. Pomaknemo li neku kuglicu, odmah se ravnoteža naruši.





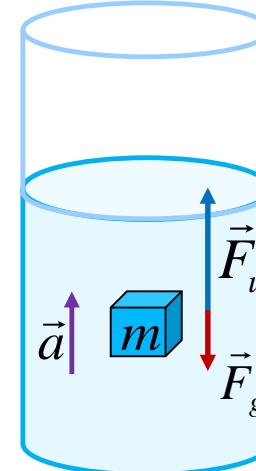
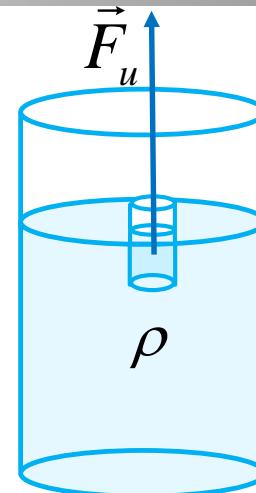
Uzgon

Uzgon je sila koja djeluje na sva tijela uronjena u fluide (tekućine i plinove).

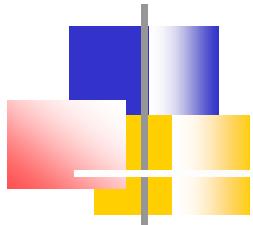
Uzgon je suprotnog smjera od Zemljine sile teže, a intezitet mu je proporcionalan volumenu uronjenog tijela i gustoći fluida.

$$F_u = \rho_{fluida} g V_{uronjenog\,dijela}$$

Ovisno o smjeru ukupne sile tijelo će tonuti ili izranjati. Tijelo pluta kad je ukupna sila nula.



$$m\vec{a} = \vec{F}_u + \vec{F}_g$$



Sila otpora fluida

- sila otpora zraka tijelu koje stvara turbulentiju zraka iza sebe

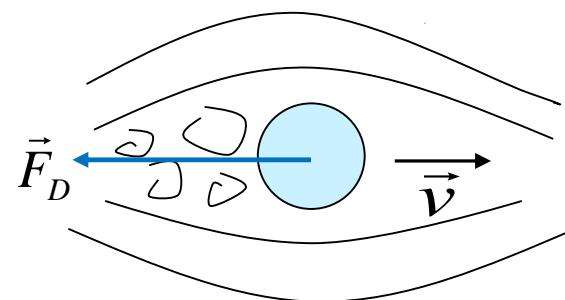
$$F_D = \frac{1}{2} C \rho A v^2$$

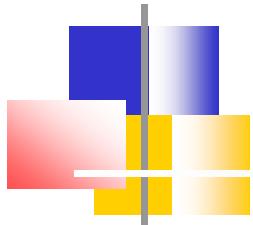
gdje je ρ gustoća zraka, A površina poprečnog presjeka tijela okomito na smjer relativne brzine \vec{v} tijela kroz zrak i C konstanta otpora

- sila otpora mirnog fluida viskoznosti η gibanju kugle brzinom v (Stokesov zakon)

$$F_R = 6\pi\eta rv$$

gdje je r radijus kugle

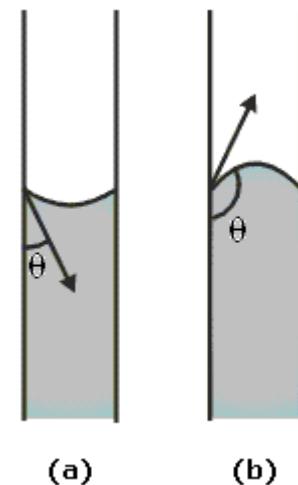


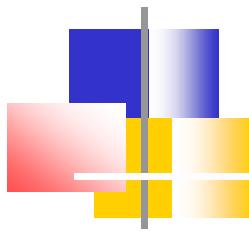


Adhezija i kohezija

Kod granice stijenka-tekućina javljaju se i međumolekularne sile adhezije (stijenka-tekućina) i kohezije (molekule unutar tekućine).

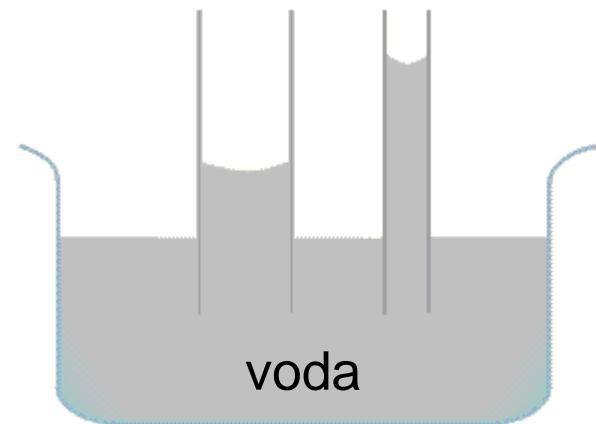
- a) kohezija znatno manja od adhezije
- b) kohezija znatno veća od adhezije



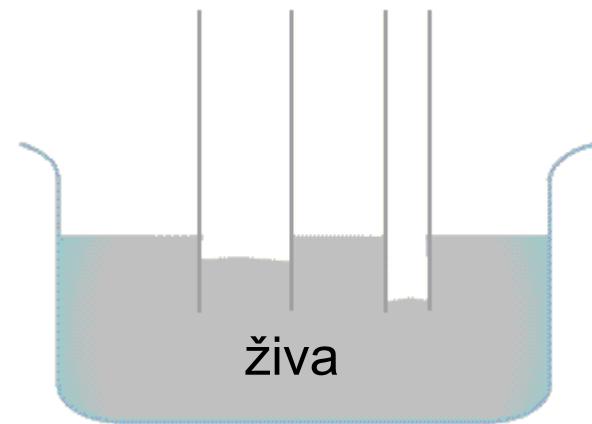


Kapilarnost

$F = 2\pi r\alpha$ -ukupna sila na stupac tekućine duž opsega kruga
 α - koeficijent površinske napetosti



voda



živa



Dodatni materijali

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-and-motion-basic>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/forces-and-motion>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/ramp-forces-and-motion>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/buoyancy>

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/collision-lab>