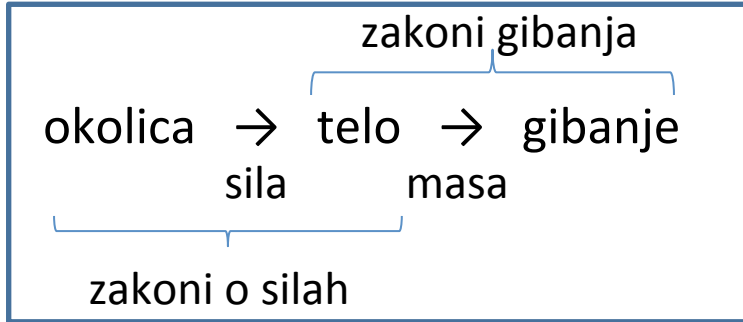


Dinamika

telo \leftrightarrow okolica



I. Newtonov zakon:

mirovanje \leftrightarrow gibanje s konstantno hitrostjo

vsakdanje izkušnje: ni sile \rightarrow miruje \checkmark

ni sile $\rightarrow \vec{v} = \text{konst.} ??$

res ni sile (npr. vesoljska ladja) $\rightarrow \vec{v} = \text{konst.} \checkmark$

$\vec{v} = 0 \rightarrow \vec{v} = \text{konst.}$ Gallilejeva transformacija
opis iz drugega inercialnega opazovalnega sist. !

I.N.Z.: Če je vsota učinkov okolice (sil) enaka nič,
telo miruje ali se giblje premo in enakomerno.

N.Z. veljajo le v inercialnih op. sistemih

ne veljajo npr. na vrtiljaku:

ni sil \rightarrow gibanje (pospešeno)

mirovanje \rightarrow sila (centripetalna)

posledica systema, ne okolice !

sila – učinek okolice, teles v okolici

definirana s pospeškom na standard za maso

sila 1 N da prakilogramu pospešek 1 m/s²

$$\vec{F} \quad \left[\text{N} = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

masa – lastnost telesa, da se upira pospeševanju

vztrajnost (inercija)

sila 1 N \rightarrow pra-kg (m_0) $\rightarrow a_0 = 1 \text{ m/s}^2$

\rightarrow telo X (m_X) $\rightarrow a$

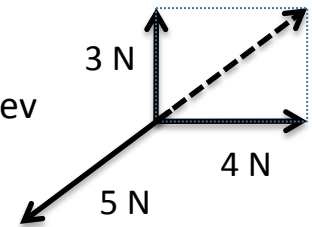
$$m_X = \frac{a_0}{a} m_0$$

pospešek vektor \rightarrow sila vektor

seštevanje sil \rightarrow seštevanje vektorjev

rezultanta sil:

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$



Dinamika

masa \leftrightarrow teža

- masa: lastnost telesa, neodvisna od okolice
- teža: vpliv okolice (sila), sorazmeren z maso

	Zemlja	Luna	Vesolje
masa	+++	+++	+++
teža	+++	+	0

II. Newtonov zakon

$$\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$$

$\sum_i \vec{F}_i$ - (vektorska) vsota sil na telo

m - masa telesa

\vec{a} - vektor pospeška telesa

$\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$ - vektorska enačba
- $D \in \{1,2,3\}$ enačb za komponente

$$\sum_i F_{i,x} = ma_x \quad \sum_i F_{i,y} = ma_y \quad \sum_i F_{i,z} = ma_z$$

$\sum_i \vec{F}_i = 0 \Leftrightarrow \vec{a} = 0$ II.N.Z. vsebuje I.N.Z.

I.N.Z. implicira obstoj inercialnih opazovalnih sistemov, zato ga obdržimo; lahko bi ga povedali: Če je vsota sil na telo enaka nič, je mogoče najti opazovalni sistem, v katerem se telo giblje premo in enakomerno.

II. N.Z. je osnova dinamike
lahko ga razumemo kot vzročno zvezo

$$\sum_i \vec{F}_i = m\vec{a}$$

vzrok (sila) \rightarrow posledica (gibanje)

Zakoni o silah

- Sile – vpliv okolice
- delovanje konkretnih teles iz okolice
- delovanje
 - stik: podlaga, vrvica
 - na daljavo: teža, el. sila

- teža – privlak teles z (veliko) maso (npr. Zemlja)
- sorazmerna z maso, smer proti S

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

Ni “mističnih” sil v II. N.Z. v inercialnih opazovalnih sistemih !

npr.: klada na klancu

- podlaga (stik)
- Zemlja (na daljavo)

nič
drugega

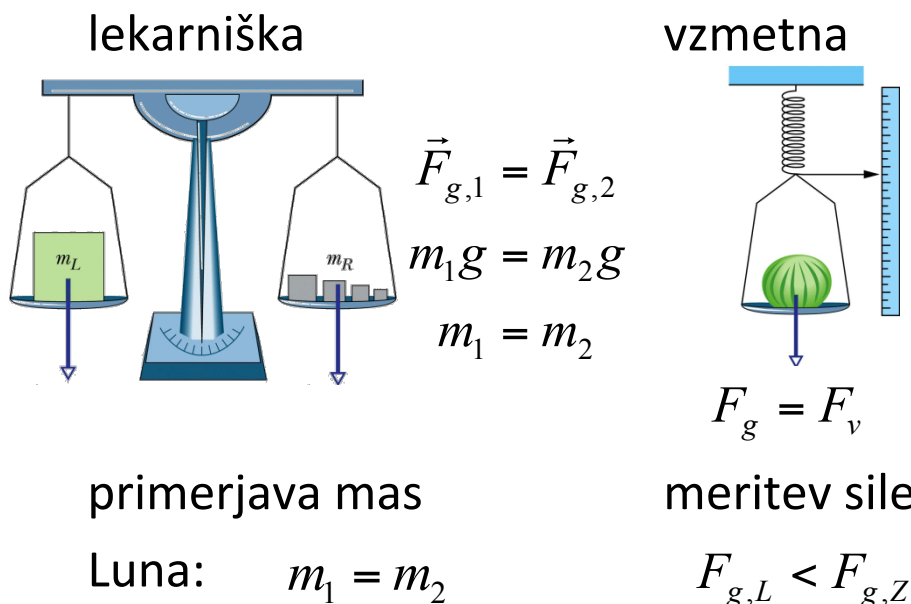
vrtime vedro vode

vedro vode

- vedro (podlaga)
- Zemlja

- vrvica
- voda
- Zemlja

- meritev teže – tehtnica



Sila podlage

toga podlaga → telo ne more vanjo

- Sila \perp na površino (sila normale):

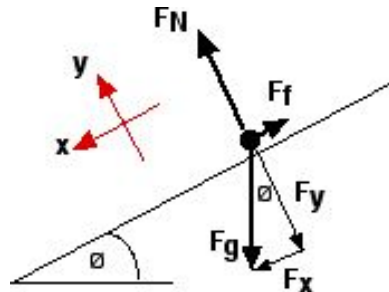
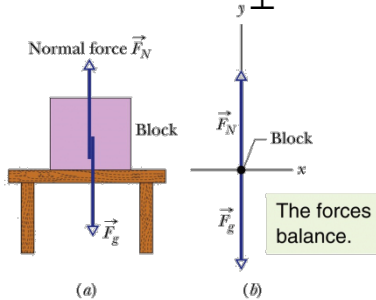
$$\vec{F}_{\perp}, \vec{F}_N, \vec{N}, \vec{F}_p$$

velikost odvisna od ostalih sil

→ izničiti komponente sil \perp na podlago

miza: $F_{\perp} = mg$ (podlaga nepospešena !)

klanec: $F_{\perp} = F_{g,\perp} = mg \cos \theta$



približen opis

- mirovanje (lepenje)
- gibanje (trenje)
- $k_l \geq k_{tr}$
- smer

$$F_l \leq k_l F_{\perp}$$

$$F_{tr} = k_{tr} F_{\perp}$$

- nasprotna gibanju ($-\vec{v}$) za \vec{F}_{tr}
- nasprotna gibanju brez \vec{F}_l
- \vec{F}_l izničiti komponente sil \parallel s podlago

- \vec{F}_l, \vec{F}_{tr}
- ~ neodvisna od velikosti stične ploskve
- (zelo) odvisna od vrste stika
- k_{tr} malo odvisen od hitrosti

zglede meritev k_i : nagib klanca, kdaj zdrsne ?

lepenje, trenje

- tudi posledica podlage
 - podlaga se upira gibanju
 - Sila \parallel s podlago

$$\parallel: F_l = mg \sin \theta$$

$$\perp: F_{\perp} = mg \cos \theta$$

$$F_l \leq k_l F_{\perp}$$

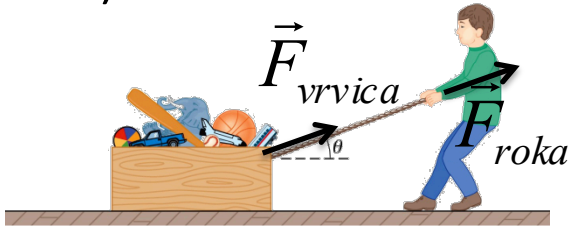
$$mg \sin \theta \leq k_l mg \cos \theta$$

$$k_l \geq \tan \theta \Rightarrow k_l = \tan \theta_{\max}$$

Sila vrvice, škriпча, vzmeti

vrvica

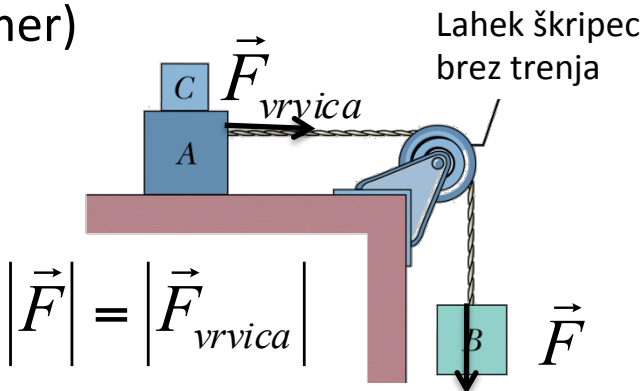
- lahka vrvica prenaša silo (velikost in smer)



$$\vec{F}_{\text{vrvica}} = \vec{F}_{\text{roka}}$$

škripec

- lahak škripec brez trenja prenaša silo (ohrani velikost, spremeni smer)



$$|\vec{F}| = |\vec{F}_{\text{vrvica}}|$$

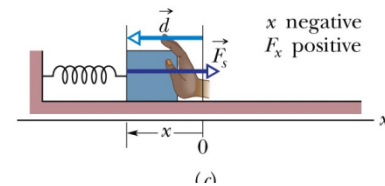
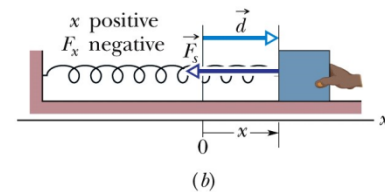
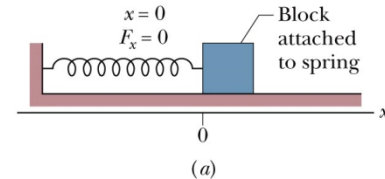
vzmet

- sila nasprotna raztežku
- velikost sorazmerna raztežku

$$\vec{F}_{\text{vzmet}} = -k\vec{x}$$

Hooke

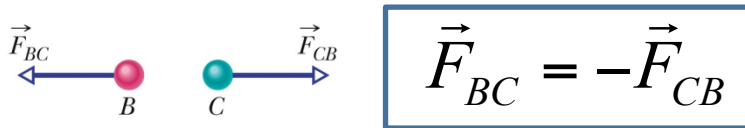
k – koeficient vzmeti [N/m]



III. Newtonov zakon

Zakon o vzajemnem učinku

- dve telesi: B,C



Če deluje prvo telo na drugo z neko silo, deluje drugo telo na prvo z nasprotno enako silo.

naravni zakon - povzetek opazovanj (vsi (N.)Z.)

“akcija → reakcija” ↔ vzajemni učinek

ni vzročna zveza, zamenjava $B \leftrightarrow C$ (“prvo” ↔ “drugo”) ne spremeni vsebine zakona

primeri: atlet pri skoku v višino:

- sila $\vec{F}_g = \vec{F}_{aZ} = -\vec{F}_{Za}$
- pospešek $a_Z = \frac{m_a}{m_Z} a_a \approx 10^{-23} g$

satelit kroži okoli Zemlje

$$\vec{F}_g = \vec{F}_{sZ} = -\vec{F}_{Zs}$$

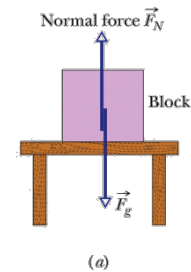
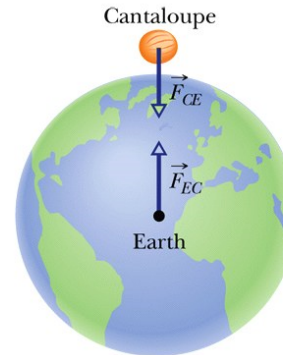
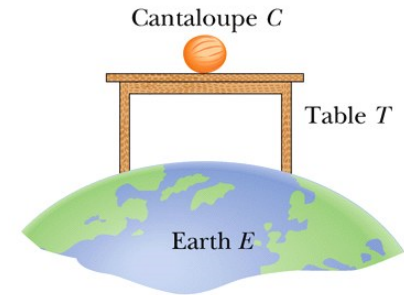
žoga na mizi

- tri telesa:

žoga, miza, Zemlja !

trije pari sil iz III. N.Z., npr. $\vec{F}_g = \vec{F}_{CE} = -\vec{F}_{EC}$

$\vec{F}_\perp = -\vec{F}_g$ ni tak par sil (I. N.Z) !



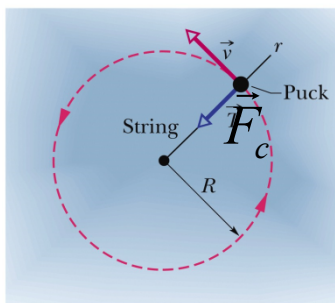
Sile pri kroženju

telo enakomerno kroži → pospešek \vec{a}_c

→ sila $\vec{F}_c = m\vec{a}_c$

centripetalna sila

če sile ni → smer tangente na tir (\vec{v})



sila - vrvice

- teže (satelit, Luna)

- magnetna sila

prave sile:

telesa

v okolici

centripetalna sila

→ drugo ime za $\{ \vec{F}_v, \vec{F}_g, \vec{F}_m \}$

sila vrvice je centripetalna sila (ne =)

• zglede: avto v ovinku

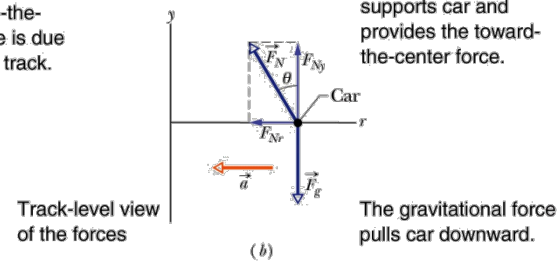
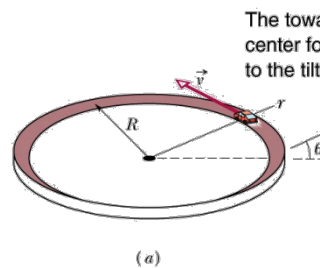
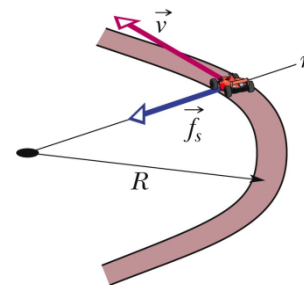
centripetalna sila je

sila lepenja (trenja ?)

večje hitrosti

→ ovinek nagnemo

→ srk (zrak) poveča silo podlage (lepenje)



vožnja v avtu

$$\vec{F}_c = \vec{F}_{sedež} (+\vec{F}_{vrata})$$

deluje na stiku

→ občutek sile

v vesoljski ladji

$$\vec{F}_c = \vec{F}_g$$

po prostornini

→ breztežno stanje