SILE

2.1. HOOKOV ZAKON

2.2. SESTAVLJANJE IN RAZSTAVLJANJE SIL

2.3. NEWTONOVI ZAKONI

2.4. SILA TRENJA IN SILA LEPENJA

2.5.SILE PRI KROŽENJU

2.6. GRAVITACIJSKA SILA

Sila (F) je vektor. Pomembni sta njena velikost kot tudi smer. Glede na naravo delovanja delimo sile na:

a) Sile na dotik; trenje, vzgon, upor,…

b) Sile na daljavo; gravitacijska sila, magnetna sila, električna sila.

O velikosti sile presojamo po njenem učinku. Dve možnosti sta:

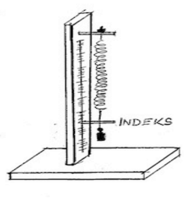
(1) sprememba oblike – deformacija,

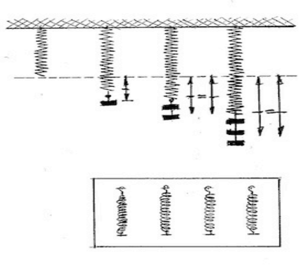
(2) sprememba hitrosti – pospešek.

Enoto za silo imenujemo **Newton (N)**: sila, ki pospeši maso 1kg s pospeškom $1m/s^2$. Včasih je bila v veljavi enota **kilopond**: to je teža telesa, ki ima maso enega kilograma ob morski gladini na 45. vzporedniku in v praznem prostoru. (spomnimo se: kilogram kot enota za maso, naj bi bila masa $1dm^3$ kemično čiste vode pri 4°C.)

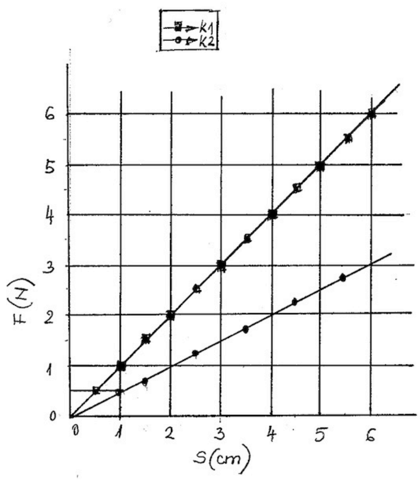
2.1. HOOKOV ZAKON

Iz velikosti deformacije sklepamo na silo, ki je tako deformacijo povzročila. V ta namen uporabimo prožno vijačno vzmet. Merjenje sile lahko opravimo šele po umeritvi priprave. Pripravo moramo namreč opremiti s skalo. To opravimo na ta način, da pri vsaki dolžini vzmeti zapišemo silo, ki povzroči dani podaljšek. Tako opremljeno vzmet imenujemo **silomer**.





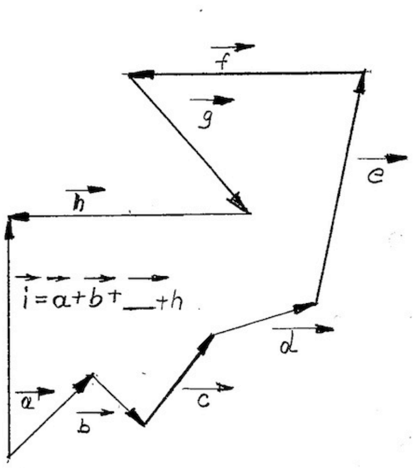
Skala na silomeru je linearna. Po **Hookovem zakonu** je podaljšek premosorazmeren sili**; F=kx**; kjer je k koeficient vzmeti, značilen za dano vzmet. Pove nam kolikšno silo naj obesimo na vzmet da se bo raztegnila enoto dolžine (N/m).



2.2. SESTAVLJANJE IN RAZSTAVLJANJE SIL

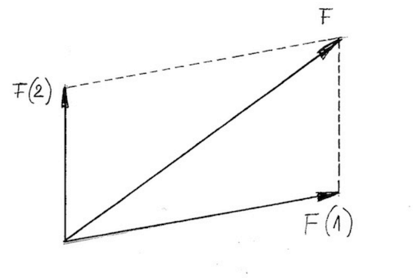
2.2.a

Iskanje sile, ki nadomesti vse dane sile, ki delujejo na telo imenujemo **sestavljanje sil**, nadomestno silo pa imenujemo **rezultanta**. Sile seštevamo tako, da jih nanizamo eno za drugo upoštevajoč, da začetek nove sile vzporedno prestavimo v konec prejšnje. Rezultanta povezuje začetek prve sile in konec zadnje sile v nizu, ter je usmerjena proti zadnji sili. Odštevanje pomeni nasprotno smer vektorja.



2.2.b

Večkrat nastopi obraten problem: Kako nadomestiti silo z drugima dvema, ki imata enak skupni učinek? Ta postopek imenujemo **razstavljanje sile**, iskani sili pa sta **komponenti.**



2.3. NEWTONOVI ZAKONI

(1) Newtonov zakon vztrajnosti

$\vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0 \Rightarrow \vec{v} = const$. Torej: telo vztraja v svojem gibanju, če nanj ne deluje nobena sila ali če je rezultanta vseh delujočih sil nič.

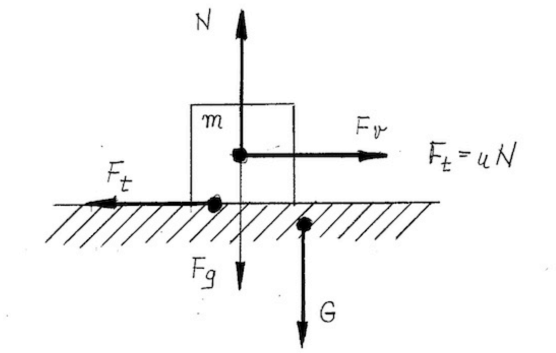
(2) Newtonov zakon gibanja

Pospešek (a) telesa je premo sorazmeren delujoči sili (F) in obratnosorazmeren masi (m) telesa: $a \propto \frac{\vec{F}}{m} ... \vec{F} = const.m\vec{a}$. Enoto sile definiramo tako, da je sorazmernostna konstanta v enačbi enaka ena: const.=1. Dobimo $\vec{F} = m\vec{a}\left[1N = 1kgms^{-2}\right]$.

(3) Newtonov zakon vzajemnega učinka

Kadarkoli deluje eno togo telo na drugo, deluje tudi drugo telo na prvo, ili sta enako veliki in nasprotno usmerjeni: $\vec{F}_A = -\vec{F}_R$ (akcija, reakcija)

2.4. SILA TRENJA IN SILA LEPENJA

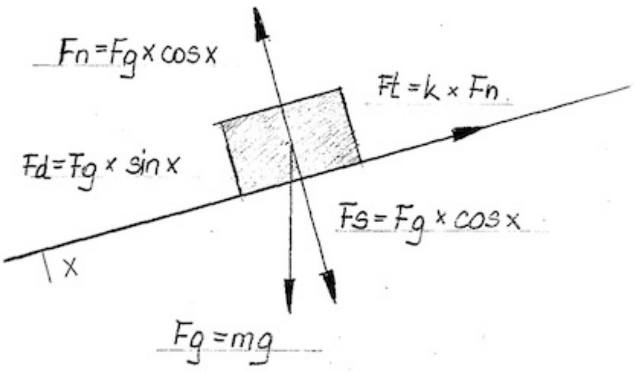


Naj je podano telo v obliki kvadra, ki je položeno na vodoravno podlago, kot kaže zgornja slika. Na prostoležeče telo tedaj učinkujeta sila teže(Fg) in sila podlage(N). Ker telo miruje velja: $\vec{N} + \vec{F}g = 0$. Pritrdimo sedaj na eno stransko ploskev silomer in začnimo počasi vleči v vodoravni smeri. Kljub vlečni sili se telo ne premakne: rezultanta sil je še vedno nič. Sila podlage se namreč poveča in nagne v nasprotno smer kot vlečemo. Sila podlage se nagne za toliko, da se pojavi vzdolžna komponenta (N'), ki je nasprotno enaka vlečni sili F. Imenujemo jo **sila lepenja**. Odvisna je od hrapavosti stične površine telesa in podlage- **koeficienta lepenja (k_l)**– in sile podlage (N): $F_l = k_l N$. Če želimo telo spraviti v gibanje moramo premagati silo lepenja.

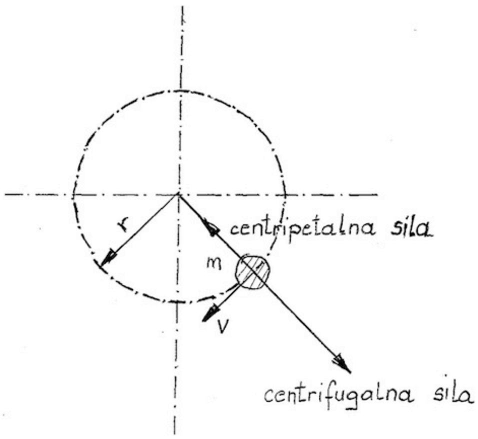
Ko je vlečna sila dovolj velika, se telo premakne in nato drsi po podlagi. Vzdolžna komponenta sile podlage zavira gibanje telesa po podlagi. Imenujemo jo **sila trenja**. Poskus pokaže $F_{tr} = k_{tr} N$, kjer je **k_{tr} koeficient trenja**. Vzdolžna komponenta sile podlage ima očitno zgornjo mejo, ki je ne more prekoračiti. Drži: vzdolžna komponenta sile podlage je enaka sili trenja. Med gibanjem telesa premagujemo silo trenja. Ila trenja je neodvisna od velikosti stične površine ter od relativne hitrosti telesa, pač pa je sorazmerna sili, ki pritiska telo pravokotno na podlago. Velja $0 < k_l, k_{tr} \leq 1$.

Stična ploskev	**k_l**	**k_{tr}**
les – kamen	0,7	0,3
les - les	0,5	0,3
jeklo – jeklo	0,15	0,12
jeklo – led	0,03	0,01
avtoguma – suh asfalt	1,0	0,9
avtoguma – moker asfalt	0,8	0,6
avtoguma – leden asfalt	0,2	0,1

Na klancu velja velja:



2.5.SILE PRI KROŽENJU



Na vrvici z dolžino r je privezana utež z maso m, ki jo vrtimo, da enakomerno kroži. Od prej (krivo gibanje1.2.) vemo, da ima radialni pospešek smer proti središču kroženja. Tudi sila ima to smer; saj vrvica vleče utež v smeri radija proti središču. Ta sila se zato imenuje **centripetalna sila**. Uporabimo Newtonov zakon dinamike ter zvezo za radialni pospešek in dobimo:

$$F_{cp} = ma_r = mv\omega = m\frac{v^2}{r} = mr\omega^2.$$

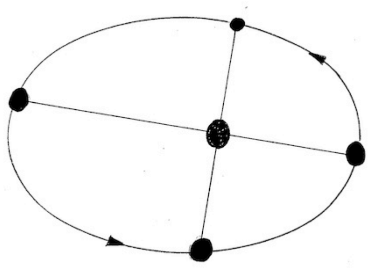
Centripetalni sili nasprotna je **centrifugalna sila**, ki je enako velika a obratno usmerjena kot centripetalna sila. V tem primeru je bilo kroženje enakomerno. Pri enakomerno pospešenem kroženju moramo upoštevati še tangentno komponento pospeška ter pripadajočo silo: $F = m\alpha r$.

2.6. GRAVITACIJSKA SILA

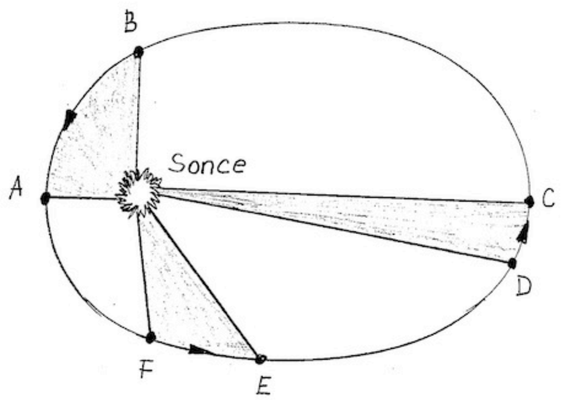
2.6.a

Kepplerjevi zakoni

(1) Planeti se gibljejo po elipsah; Sonce leži v enem izmed gorišč.



(2) Zveznica, ki poteka od Sonca do planeta, t.j. krajevni radij opiše v enakih časovnih intervalih enake površine. Površinska hitrost planeta je konstantna.



(3) Razmerja kvadratov obhodnih časov posameznih planetov so enaka razmerjem tretjih potenc daljših polosi eliptičnih tirnic, oziroma, za posamezen planet velja $\frac{r^3}{t_0^2} = const.$

2.6.b.

Newtonov gravitacijski zakon

Upoštevajoč sile pri kroženju in (3) Kepplerjev zakon dobimo:

$$F = mr\omega^2 = mr(\frac{2\pi}{t_0})^2 \cdot \frac{r^2}{r^2} = \frac{m}{r^2}4\pi^2\frac{r^3}{t_0^2} = G\frac{mM}{r^2}.$$

Gravitacijska privlačna sila med telesom mase m in telesom mase M je premosorazmerna produktu mas obeh teles in obratnosorazmerna kvadratu njune medsebojne oddaljenosti. Gravitacijsko konstanto $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2$ je dokaj natančno določil Henry Cavendish.

S pomočjo gravitacijskega zakona lahko dobimo izraz za gravitacijski pospešek. Enačimo $G\frac{mM}{r^2} = mg$, kjer je m masa telesa v gravitacijskem polju telesa z maso M. Od tod izhaja $g = G\frac{M}{r^2}$. Gravitacijski pospešek nebesnega telesa je odvisen od mase in polmera telesa..