Fizika 1

zapiski za srednjo šolo

II. del

Zapiske izdelala: Dinka

VSEBINA

MEHANIČNE LASTNOSTI SNOVI

To so lastnosti, ki nam povedo npr. kako se snov giblje v prostoru. Odvisne so od **vrste snovi** in njenega **agregatnega stanja**.

Delimo jih na

TRDNINE

(les, kamen, železo, led, itd.)

- Ohranjajo velikost in obliko
- Težko jih je raztegovati in stiskati
- Običajno so goste in zbite

TEKOČINE

(voda, med, olje, zrak, itd.)

- Tečejo, se prelivajo in mešajo
- Nimajo lastne oblike, se prilagodijo obliki posode

KAPLJEVINE

(voda, olje, živo srebro,…)

- Težko stisljive
- Napolnijo spodnji del posode, na vrhu pa običajno vodoravna gladina

PLINI

(zrak, helij, vodna para,…)

- Lažje tečejo in se mešajo
- Ne ustvarjajo proste gladine, ampak zasedejo ves prostor

Gostota snovi

Masa snovi nam pove količna je množina snovi. Torej več kot je mase, več je snovi. Ko pa se sprašujemo po tem, koliko mase je v neki določeni prostornini, govorimo o gostoti.

Če imamo dve enaki litrski posodi z različnima tekočinama, in bo ena od njiju tehtala več, pomeni da je ta tekočina gostejša.

Definicija: **Gostota snovi ρ je kvocient mase *m* in prostornine *V***

$$\boxed{\rho = \frac{m}{V}}$$

Merska enota gostote: kg/m^3 ali g/cm^3

Izpeljavi za izračun mase in volumna:

$$m = \rho \cdot V$$

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Pri **homogeni** snovi je snov enakomerno porazdeljena, gostota je konstantna. Če snov ni homogena, je **heterogena**.

TABELA GOSTOT SNOVI

Snov	Gostota (v g/cm³)
Les	0,6 do 0,8
Petrolej	0,84
Voda	1
Aluminij	2,7
Železo	7,8
Baker	8,9
Srebro	10,5
Svinec	11,3
Živo srebro	13,6
Zlato	19,3

Poleg gostote se uporablja tudi **specifična teža** γ, ki je merilo za težo snovi v enoti prostornine; definiramo jo kot **kvocient teže in prostornine snovi:**

$$\gamma = \frac{F_g}{V}$$

Merska enota specifične teže: N/m^3

Zveza med gostoto in specifično težo (specifična teža snovi je produkt med gostoto snovi in težnim pospeškom):

$$\gamma = \rho \cdot g$$

Molekularna zgradba snovi

Osnovni gradniki kemijskih elementov so **atomi.** Elementi se s kemijskimi reakcijami vežejo v **spojine,** spojine pa so zgrajene iz **molekul.** Molekule so sestavljene iz atomov elementov, ki jih spojina vsebuje (*npr. Kisik in vodik se kemično spajata v vodo. Molekula vode - H_2O - je sestavljena iz dveh atomov vodika in enega atoma kisika).*

Elemente razvrščamo v **periodni sistem elementov (**razporejeni so po masi atoma od najlažjega proti najtežjemu**).**

Masa atoma

Kot enoto za merjenje mase atoma pa smo si izbrali **1/12 mase ogljikovega atoma C_{12}** (rečemo ji **atomska enota mase u):**

$$u = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ kg$$

Maso atoma izračunamo z enačbo: $\boxed{m = A \cdot u}$

kjer je **A relativna atomska masa:**

A pomeni relativno maso določenega izotopa elementa. Ker se v naravi pojavljajo različni izotopi istega elementa, je v periodičnem sistemu podana relativna masa povprečja izotopov v naravi. Povprečna relativna masa izotopov ogljika je 12,011, za ostale elemente pa lahko najdemo podatke v **periodičnem sistemu elementov.**

Vodik:A = 1

Ogljik: A = 12

Kisik: A = 16

...

Masa molekule

Dobimo jo tako, da pomnožimo relativno maso *M* molekule z atomsko enoto mase *u*:

$$\boxed{\mu = M \cdot u}$$

kjer je **M relativna molekulska masa:**

Pove nam, kolikokrat je masa molekule večja od 1/12 mase ogljikovega izotopa C_{12}. Dobimo jo tako, da seštejemo relativne atomske mase vseh atomov, ki nastopajo v molekuli.

Npr. Relativna masa molekule vode je sestavljena iz relativne atomske mase atoma kisika O in dveh atomov vodika - plinski vodik H_2:

$$M = 2 \cdot 1 + 16 = 18$$

Tako da je relativna molekulska masa vode enaka 18.

Množina snovi (kilomol in Avogadrovo število)

Množina snovi se pogosto izraža z enoto **kilomol (kmol)** in je definirana kot množina snovi z maso M [kg], v kolikor gre za molekule, ali z maso A [kg], v kolikor gre snov, sestavljeno iz posameznih atomov.

$$\text{masa } 1 \text{ kmola} = M \text{ kg ali } A \text{ kg}$$

Število delcev (atomov ali molekul) je v kilomolu poljubne snovi vedno enako in ga imenujemo **Avogadrovo število (N_A):**

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{26} \frac{\text{delcev}}{\text{kmol}}$$

Deformacija trdnin

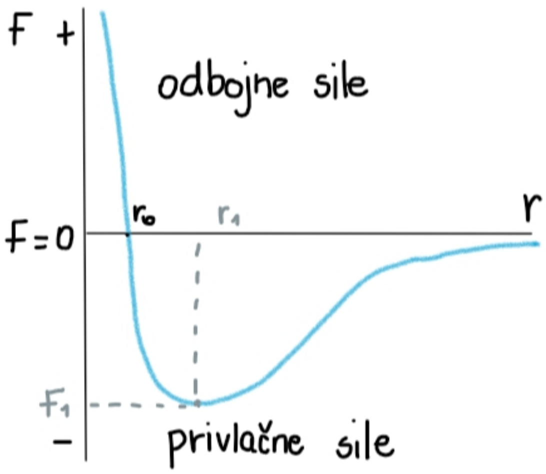
Atomi se povezujejo v molekule, molekule pa v snov z **medatomskimi** oz. z **medmolekularnimi** silami. Te **privlačne sile** so kemijske vezi med molekulami in atomi.

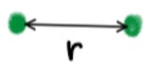
Od velikosti take sile je odvisno agregatno stanje snovi:

- Trdno stanje - močne medatomske in medmolekularne sile
- Kapljevine - 'srednje' močne sile
- Plini - šibke sile

Medatomske oz. medmolekularne sile so **električne sile**. Imajo **kratek doseg** - le nekaj desetink nm (nanometrov), torej jih zaznamo le v neposredni bližini atomov.

Graf, ki prikazuje kako je **sila *F*** odvisna od **razdalje *r* med atomoma** neke snovi:





- Pri zelo veliki razdaljah med atomoma je sila privlačna, vendar šibka.

- Pri zelo majhnih razdaljah med atomoma je sila odbojna, vendar zelo močna.

- Na razdalji r_0 med atomoma sila doseže ničelno vrednost.

- Ko privlačna sila naraste na vrednost F_1, sila začne popuščati.

- Velika odbojna sila (in majhna razdalja emd atomi) pomeni, da je snov precej trdna (trdnina ali kapljevina) in potemtakem zaradi odbojnosti težko stisljiva.

Če na telo deluje zunanja sila, se telo deformira. Močnejša kot je sila, večja je deformacija telesa.

Če telo dovolj obremenimo, se lahko pretrga in določenih snovi ne moremo sestavit skupaj v prvotno stanje, če jih samo stisnemo skupaj (*npr. prelomljena palica)*, saj je doseg medatomskih sil zelo kratek. Nekatere snovi pa se lahko nazaj povežejo (*npr. tekočina)*

V splošnem je tako, da se ob razbremenitvi sile deformacija zmanjša. In glede na to, kako se telo po razbremenitvi vrne v prvotno stanje, ločimo dve vrsti deformacije:

Prožna deformacija

(elastična deformacija)

- Telo se po razbremenitvi vrne v prvotno stanje
- Deformacija povsem izgine

Neprožna deformacija

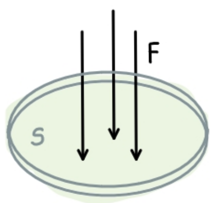
(neelastična, plastična deformacija)

- Telo se po razbremenitvi ne vrne v prvotno stanje
- Telo ostane nekoliko deformirano

Telesa, ki se deformirajo prožno, so **elastična telesa,** tista, ki se deformirajo neprožno, pa so **plastična telesa.**

Tlak sile

Običajno sila ne deluje le v eni točki (prijemališču), ampak na celotno ploskev. Deformacija telesa je odvisna torej tudi od tega, na kako veliko ploskev sila deluje. Za ta namen vpeljemo **tlak sile, ki nam pove razmerje med silo in površino,** na katerega sila deluje. Definiran je kot kvocient sile in površine:

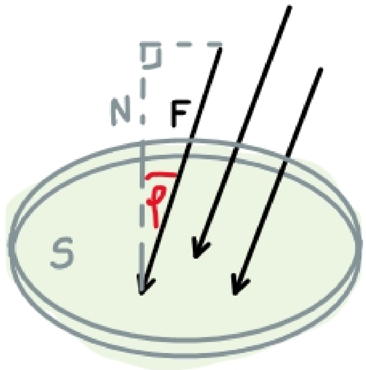


$$p = \frac{F}{S}$$

Merska enota za tlak: $Pa = \frac{N}{m^2}$ (paskal)

Večja enota za tlak: $1\,bar = 10^5\,Pa = 100\,kPa$

ČE SILA NI PRAVOKOTNA NA POVRŠINO:



$$p = \frac{N}{S} \qquad N = F \cdot \cos\varphi$$

$$p = \frac{F}{S} \cdot \cos\varphi$$

N = normala - komponenta sile, pravokotna na površino

ρ ('fi') = kot med normalo in smerjo sile F

Natezna napetost

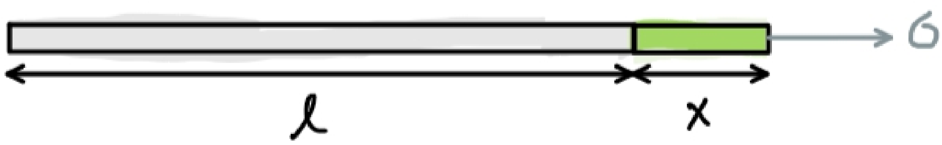
Če smer sile obrnemo v nasprotno smer, tako da razteguje predmet (namesto da pritiska nanj), dobimo natezno napetost. Računamo jo enako kot tlak, je da namesto p uporabimo **oznako σ ('ro')**:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Pod vplivom natezne napetosti se telo podaljša. Ko telo raztegujemo, je **raztezek snovi** odvisen od **velikosti sile, od vrste snovi in prvotne dolžine predmeta** (*npr. palica*).

Če imamo prvotno **dolžino ℓ**, in se dolžina pri raztegu poveča za **raztezek *x***, je **relativni raztezek** kvocient med raztezkom in dolžino**:**

$$\varepsilon = \frac{x}{\ell}$$



Linearna odvisnost med natezno napetostjo in relativnim raztezkom se imenuje **Hookov zakon** in ga zapišemo tako:

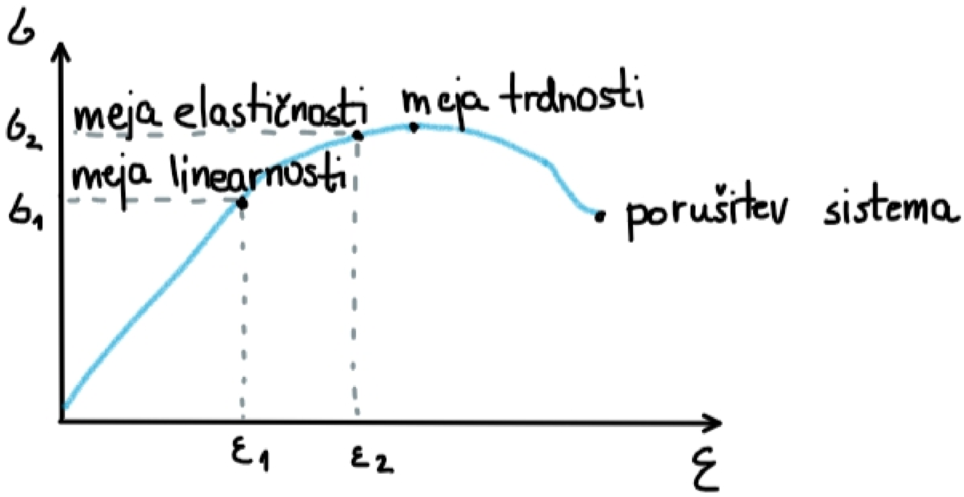
$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

Pri tem oznaka **E** predstavlja **elastični modul**, ki je podan kot konstanta za vsako posamezno vrsto snovi posebej.

Enota za modul elastičnosti: $\frac{N}{m^2}$

Malo raztegljiva snov ima velik E, visoko raztegljiva snov pa ima majhen E. Zato so v gradnji bolj zaželeni materiali z visokim prožnostnim modulom, saj se ne deformirajo preveč.

Graf odvisnosti natezne napetosti od relativnega raztezka:



- Do meje linearnosti je premica - Hookov zakon.

- Od meje linearnosti do meje elastičnosti je samo približek premice.

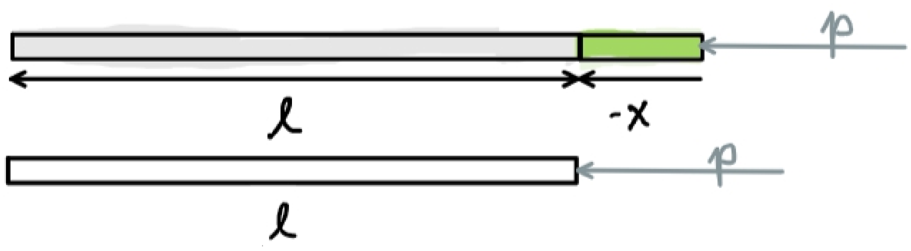
- Od meje elastičnosti do meje trdnosti se palica plastično (neprožno) oz. trajno deformira - ostane trajno raztegnjena, tudi ko jo spustimo.

- Ko presežemo mejo trdnosti, se palica poruši (npr. zlomi).

Stistljivost snovi

Če smer sile obrnemo v nasprotno smer, bo tlak *p* povzročil, da se palica skrči. (*ker se v realnosti predmet pri taki uporabi sile prej upogne kot pa samo skrči, si predstavljamo, da smo palico obdali okrog z vodilom, ki bo upogib preprečil*).

Tako dobimo **linearni skrček *x*** (namesto raztezka), namesto oznake za natezno napetost pa zopet uporabljamo oznako za tlak *p:*



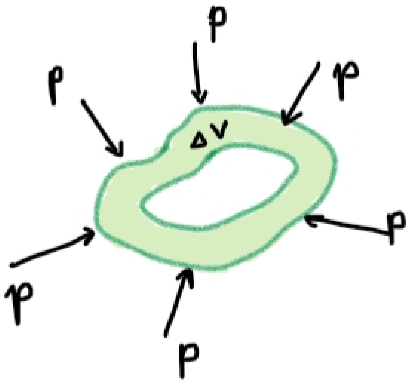
$$p = E \cdot \varepsilon$$

in

$$\varepsilon = \frac{x}{l}$$

KAJ PA ČE TLAK NA TELO DELUJE IZ VSEH SMERI?

V tem primeru se **prvotni volumen *V*** (prostornina) telesa skrči za **Δ*V*** (sprememba volumna)



Velja:

$$\frac{\Delta V}{V} = -\chi \cdot \Delta p$$

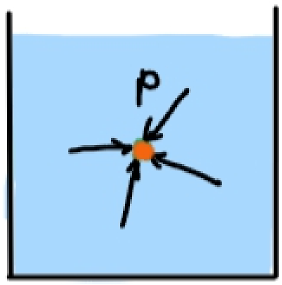
Predznak **-** je v zgornji enačbi zato, ker v primeru pozitivnega tlaka (pritisk), je sprememba volumna negativna (skrčitev), v primeru negativnega tlaka (raztegovanje) pa je sprememba volumna pozitivna (razteg).

Oznaka χ (grška črka 'hi') je sorazmernostna konstanta, ki nam pove **stisljivost snovi.** Njena enota je: $\frac{m^2}{N}$ Odvisna je samo od izbrane snovi.

Kvocient $\frac{\Delta V}{V}$ imenujemo **relativna sprememba volumna** in je premo sorazmerna s tlakom**.** Stisljivost plinov je velika, kapljevin in trdnin pa mala.

Tlak v tekočini

Tekočina je snov v kapljevinasti in plinasti obliki. V tekočinah tudi nastopa tlak, vendar ta ne deluje samo v eno smer (npr. *navpično kot prej*), ampak **sila deluje v vse smeri enako** (na sliki je izbran poljubni delec tekočine)**:**



KAKO IZRAČUNAMO SPREMEMBO TLAKA V TEKOČINAH?

Tlak se spreminja z **globino *h***, za katero se spustimo/dvignemo (navpična razdalja oz. višinska razlika), **gostoto tekočine *ρ*** in **gravitacijskim pospeškom *g*:**

→ izpeljava :

$$p = \frac{F_g}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot h$$

Enačba seveda velja, kadar upoštevamo, da je gostota tekočine povsod enaka!

Dvig (ali spust) v **vodi za 10m** pomeni zmanjšanje (ali povečanje) tlaka za 1 bar.

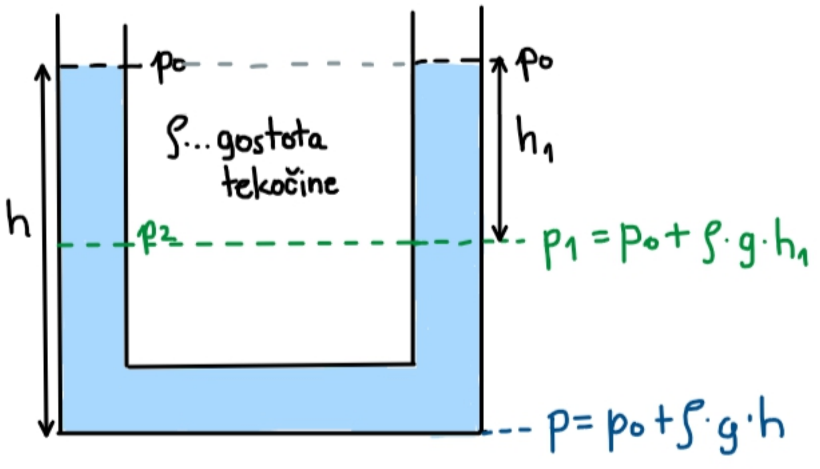
ZRAČNI TLAK

Zrak nima konstantne gostote in se na vsaki višini gostota zraka spremeni zaradi drugih okoliščin (saj je zrak lažje stisljiv), zato v zgornji enačbi moramo upoštevati tudi, kakšna je gostota zraka, za katero računamo tlak. Ko pa se pogovarjamo o manjših višinskih razlikah, te spremembe zanemarimo. Tako upoštevamo, da je zračni tlak na majhni višinah približno enak kot **zračni tlak na površini Zemlje *p_0***:

$$p_0 = 1\ \text{bar} = 10^5\ \text{Pa} = 100\ \text{kPa}$$

● VEZNA POSODA (odprta na obeh koncih)

1. V vezni posodi je ena ali več tekočin z **enako** gostoto:

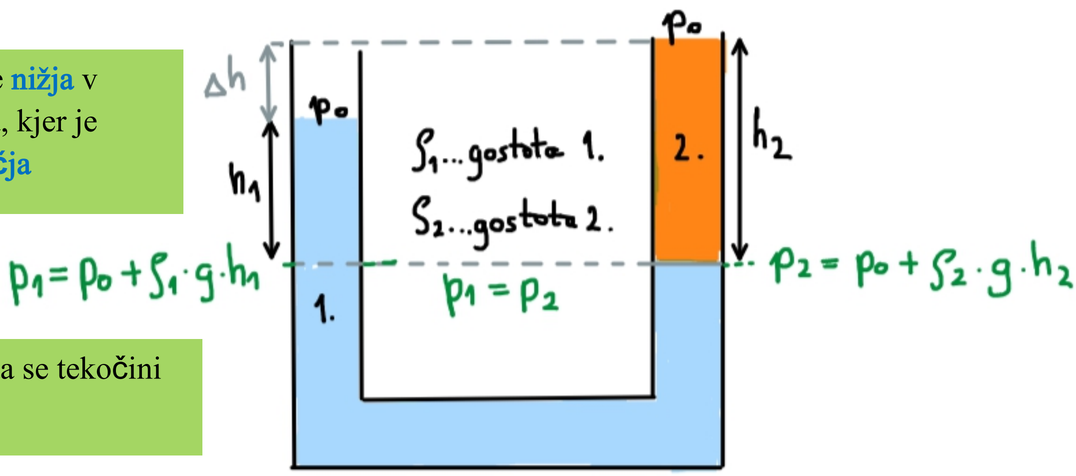


- nivo gladine se izenači na obeh straneh
- z globino se tlak povečuje
- tlak je v enaki globini povsod enak

p_0 ... tlak na gladini (zračni tlak)
p_1, p_2 ... tlak v globini h_1 ($p_1 = p_2$)
p ... tlak na dnu posode (največji)

2. V vezni posodi sta dve tekočini z **različnima** gostotama:

- gladina je nižja v tistem delu, kjer je gostota večja



- pazimo, da se tekočini ne zmešata

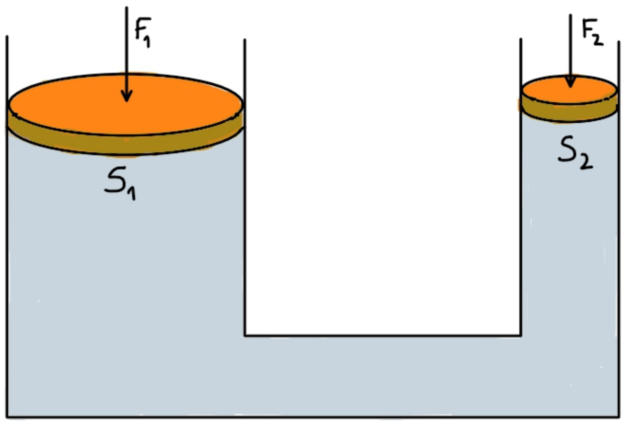
$\Delta h = h_2 - h_1$ (razlika v nivoju gladin)

Velja: $p_1 = p_2$

$$\cancel{p_0} + \rho_1 \cdot \cancel{g} \cdot h_1 = \cancel{p_0} + \rho_2 \cdot \cancel{g} \cdot h_2$$

$$\boxed{\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2} \qquad \boxed{\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

HIDRAVLIČNA STISKALNICA



Na vsakem koncu odprte cevi je **bat, na katerega pritiska sila F**. Na levem koncu na bat pritiska sila F_1 (bat ima večjo ploskev S_1), na desnem koncu pa na bat pritiska sila F_2 (bat ima manjšo ploskev S_2). Da ostane sistem v ravnovesju, morata pritiskati obe sili (*drugače bi en bat izpodrinili*).

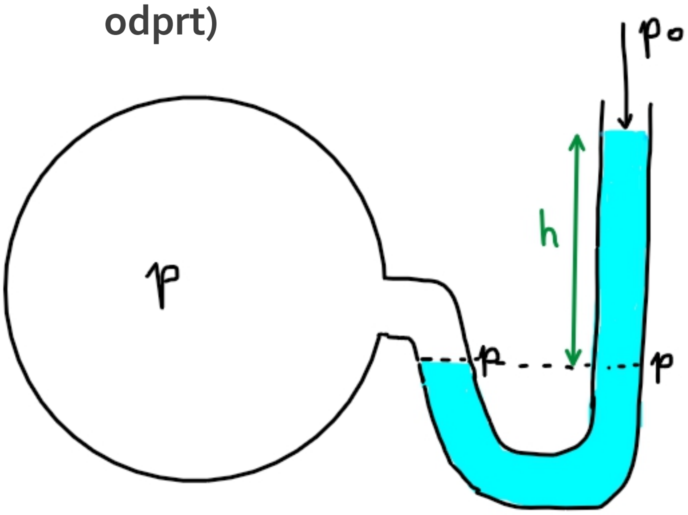
Če upoštevamo, da sta bata na približno enaki višini, mora veljati:

Večja kot je ploskev, **večja** mora biti sila na to ploskev (sta premo sorazmerni).

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

KAPLJEVINSKI MANOMETER - merilnik tlaka (na eni strani odprt)



V cevi je kapljevina z gostoto *ρ*. Tlak v posodi je enak tlaku na gladini zaprtega kraka cevi. Takšen tlak je tudi na enaki višini v odprtem kraku.

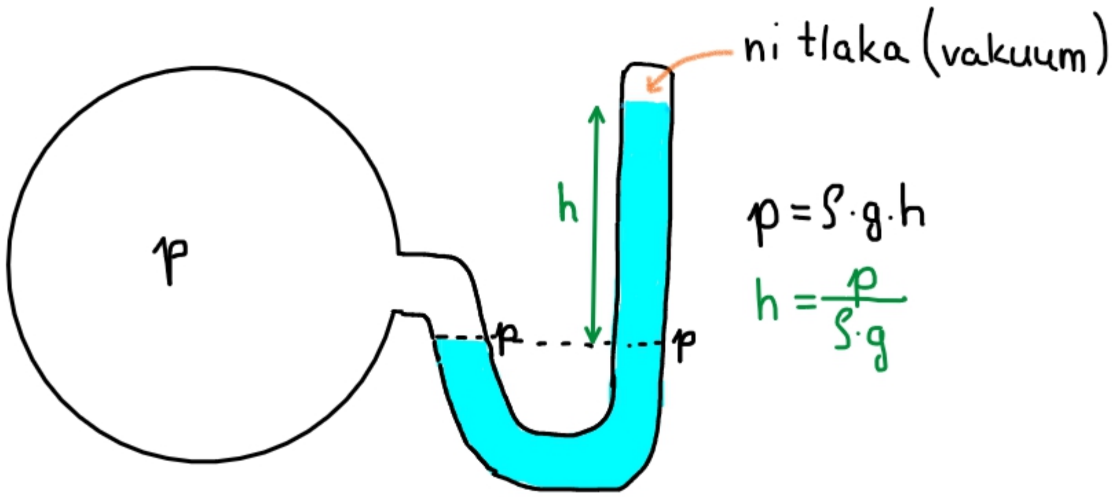
Razlika v višini obeh gladin nam pove, **kolikšen je tlak *p* v posodi:**

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{p - p_0}{\rho \cdot g}$$

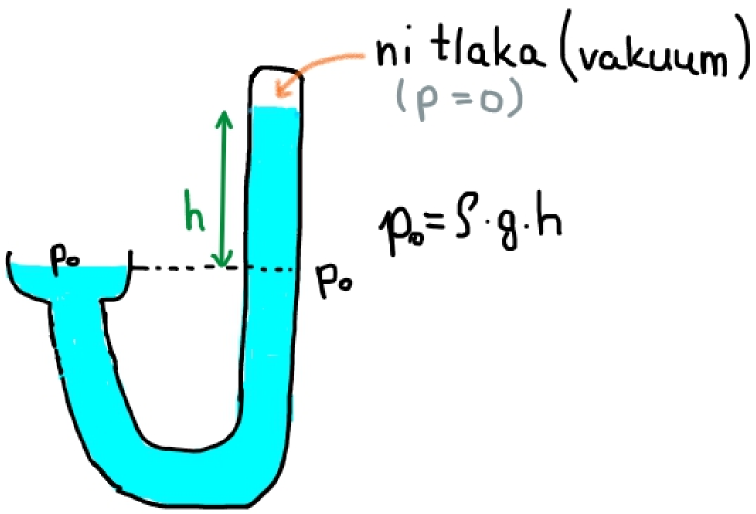
● KAPLJEVINSKI MANOMETER (če je neprodušno zaprt)

Izračun tlaka *p* v posodi je v tem primeru malo bolj enostaven, saj zračni tlak p_o zaradi neprodušnosti **ne** vpliva na tlak v posodi:



● BAROMETER - merilnik zračnega tlaka p_o

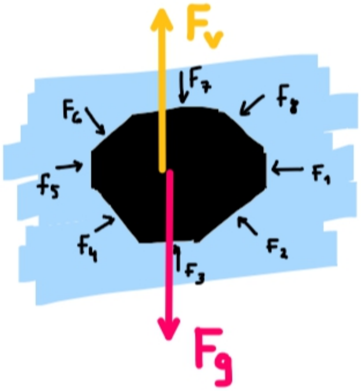
Deluje podobno kot manometer, le da imamo v tem primeru cevko, ki je na eni strani neprodušno zaprta, na drugi strani pa je zbiralnik s tekočino (ki je odprt). Tokrat s pomočjo višinske razlike lahko izmerimo zračni tlak p_o:



Vzgon

Kadar imamo **telo potopljeno v tekočini**, je to navidezno lažje, saj nanj poleg sile teže deluje **nasprotno umerjena sila od sile teže**, ki telo dviguje navpično gor. Ta sila, s katero mirujoča tekočina pritiska na mirujoče potopljeno telo in ga **dviga**, se imenuje **vzgon F_v.**

Ali drugače povedano, vzgon je **rezultanta vseh sil, ki jih povzroča tlak** na telo v tekočini. Ali tudi, vzgon je **teža izpodrinjene tekočine** (če tekočina iz vseh smeri obliva telo).



Telo v tekočini

$$F_v = F_1 + F_2 + \ldots + F_8 =$$

$$= p_1 \cdot \Delta S + p_2 \cdot \Delta S + \ldots + p_8 \cdot \Delta S$$

Sila vzgona F_v je v nasprotni smeri sile teže $\boldsymbol{F_g = mg}$, a glede velikosti ločimo tri možnosti:

1. Sila vzgona je **večja** od sile teže (**$F_v > F_g$**) - telo se dviga vse dokler se sili ne izenačita: **telo splava na površino**

2. Sila vzgona je **enaka** sili teže (**$F_v = F_g$**) - telo miruje: **telo lebdi v tekočini**

3. Sila vzgona je **manjša** od sile teže (**$F_v < F_g$**) - telo se spušča navzdol v smeri sile teže: **telo potone v tekočini**

Telo v tekočini je lažje *(kot v resnici)* ravno za toliko, kolikor znaša sila vzgona.

Na potopljeno telo torej delujeta **teža telesa**

gostota telesa

$$F_g = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

volumen telesa

in **vzgon (teža izpodrinjene tekočine)**

$$F_v = \rho_o \cdot V_p \cdot g$$

ρ_o... gostota tekočine

V_p... volumen potopljenega dela telesa (= volumnu izpodrinjene tekočine)

- TELO LEBDI, ko je celo potopljeno v tekočini; vemo od prej, da je $\mathbf{F_g = F_v}$;

iz zgornjih enačb sledi, da je volumen celega telesa enak volumnu potopljenega dela: $\mathbf{V = V_p}$

Vidimo, da telo lebdi takrat, ko sta **gostota telesa in gostota kapljevine enaki:**

$$\rho \cdot \cancel{V} \cdot \cancel{g} = \rho_o \cdot \cancel{V_p} \cdot \cancel{g}$$

$$\rho = \rho_o$$

- **TELO SE POTOPI NA DNO**, potem velja da je **gostota telesa večja od gostote kapljevine:**

$$\rho > \rho_o$$

Ko telo potone, sila podlage uravnovesi silo teže in silo vzgona tako, da je vsota vseh sil nič. Tedaj telo miruje na dnu.

- **TELO SPLAVA NA POVRŠINO**, potem velja da je **gostota telesa manjša od gostote kapljevine:**

$$\rho < \rho_o$$

Del volumna telesa, ki bi izpodrinil tekočino in tako povzročil silo vzgona, sedaj pogleda iz tekočine. Sila vzgona se pri dvigovanju manjša, dokler se sile ne uravnovesijo. Tedaj telo miruje na površju tekočine.

Če je telo na dnu površine, in tekočina ne more vdreti na spodnjo ploskev, potem vzgona ni ali pa se ta zelo zmanjša. Pogoj za delovanje sile vzgona je, da tlak tekočine deluje na telo iz vseh smeri.

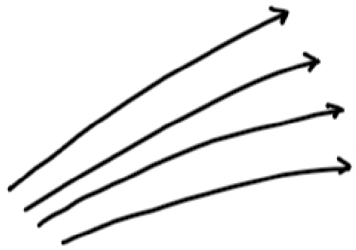
Gibanje tekočin

Gibanje tekočin obravnavamo tako, da opazujemo njeno **hitrostno polje** in ugotavljamo, kako se spreminja s časom. Hitrostno polje ponazorimo s **tokovnicami.**

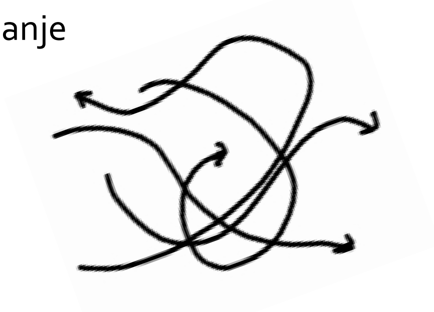
Tokovnica je črta, katere tangente kažejo v smeri hitrosti v različnih točkah tekočine.Če se slika tokovnic ne spreminja s časom, je gibanje tekočin **stacionarno.** V splošnem pa je gibanje tekočin **nestacionarno,** saj se hitrosti in oblika tokovnic spreminjajo s časom.

Glede na obliko tokovnic ločimo:

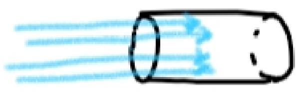
1. Laminarno gibanje: tokovnice so druga ob drugi v plasteh brez prepletanja, lahko je stacionarno ali pa nestacionarno gibanje



3. **Turbulentno** gibanje: tokovnice se prepletajo in mešajo (značilni so vrtinci), spada pod nestacionarno gibanje

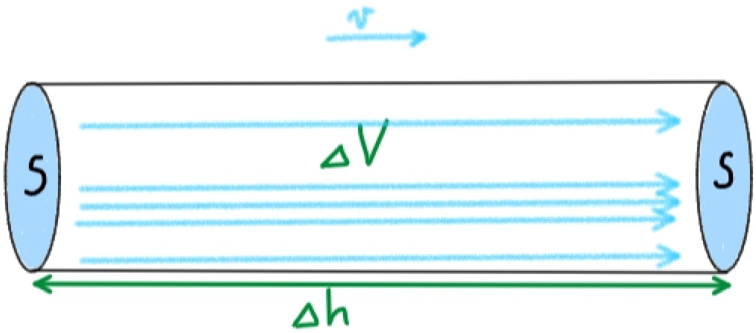


Predstavljajmo si, da se tekočina **giba skozi tokovno cev.** Če pogledamo samo en odsek takšne cevi, je ta v obliki valja. Če nas zanima, koliko tekočine preteče v nekem časovnem intervalu, to merimo s **volumenskim (prostorninskim) tokom.**



Volumenski tok Φ_V

(velika grška črka 'fi') je definiran kot sprememba volumna (oz. pretečen volumen) v opazovanem času. Izračunamo ga kot **kvocient med pretečenim volumnom in časovnim intervalom:**



$$\Phi_V = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

V opazovanem času *t* se opazovani curek vode premakne za razdaljo *h*, to pomeni da v tem času preteče volumen valja *V.*

Hitrost toka *v* merimo kot kvocient med **pretečeno razdaljo *h*** in **časovnim intervalom *t***:

$$v = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

Volumen valjastega odseka *V* pa je produkt med **ploščino ploskve *S* (S je tokovni presek)** in **pretečene razdalje *h***:

$$\Delta V = S \cdot \Delta h$$

Iz tega izpeljemo še drugo enačbo za volumenski tok:

$$\Phi_V = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{S \cdot \Delta h}{\Delta t} = S \cdot v$$

$$\Phi_V = S \cdot v$$

Merska enota za volumenski tok: $\left[m^2 \cdot \frac{m}{s} = \frac{m^3}{s} \right]$

$$S \cdot v = \frac{V}{t}$$

Masni tok

je (podobno kot prej gledamo tok skozi valjasto cev) merilo, ki nam pove koliko kg snovi (*tekočine*) preteče skozi prečni prerez (*S*) curka v časovni enoti (*t*). Zato ga izračunamo kot **kvocient mase snovi in časovnega intervala:**

$$\Phi_m = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

Izrazimo ga lahko tudi drugače, in sicer v povezavi z gostoto in volumenskim tokom:

$m = \rho \cdot V$ oz.

$\Delta m = \rho \cdot \Delta V$

$$\Phi_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho \cdot \Delta V}{\Delta t} = \rho \cdot \Phi_V$$

$$\Phi_m = \rho \cdot \Phi_V$$

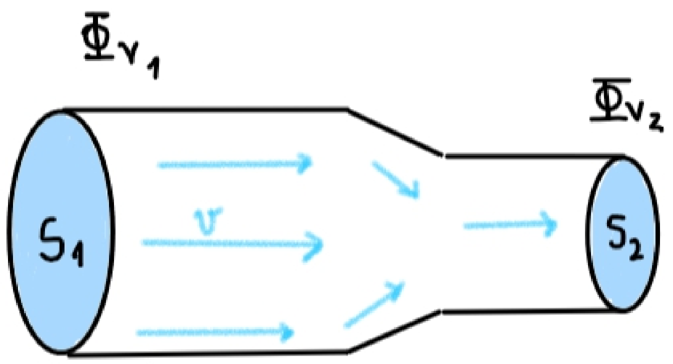
Ali v povezavi z gostoto, prečnim prerezom in hitrostjo:

$$\Phi_m = \rho \cdot S \cdot v$$

Merska enota za masni tok: $\frac{kg}{s}$

Stacionarni tok

Stacionarni tok je tok, ki ima **na vseh mestih enak volumenski pretok**. Spet opazujemo pretok tekočine skozi tokovno cev, le da se v nekem trenutku cev zoža. Prvotno je cev imela **prečni presek S_1**, nato pa se je **zožala na prečni presek S_2**. Lahko si predstavljamo, da se bo **snov gibala hitreje v ožjem delu cevi**.



Če uporabimo trditev, da je volumenski tok na vseh presekih enak, velja da je **produkt preseka in hitrosti v vsakem delu cevi konstanten**:

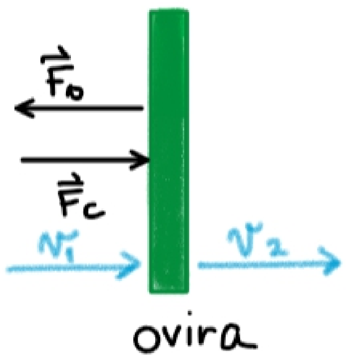
$$\underbrace{\Phi_{V_1}}_{S_1 v_1} = \underbrace{\Phi_{V_2}}_{S_2 v_2}$$

$$\boxed{S_1 v_1 = S_2 v_2}$$

Sila curka

Če curek tekočine zadene ob oviro, ki zmanjša njegovo gibalno količino in deluje na curek s **sunkom sile**. Tako da ovira deluje na curek s silo F_o in ga zmanjšuje ali ustavlja.

Ravno tako zaradi zakona o vzajemnemu delovanju sil tudi curek deluje na oviro z enako, a nasprotno usmerjeno silo F_c, ki jo imenujemo **sila curka**.



$\vec{F}_c = -\vec{F}_o$ po smeri

$F_c = F_o$ po velikosti

Sunek sile je enak spremembi gibalne količine in iz te trditve lahko izpeljemo enačbo za velikost **sile curka**, ki je enaka **produktu masnega toka pred trkom ter razlike hitrosti po trku in pred trkom**:

$$\underbrace{\vec{F}_o \cdot \Delta t}_{\text{sunek sile}} = \underbrace{\Delta m \cdot \Delta v}_{\text{sprememba gibalne količine}} \quad / : \Delta t$$

$$\vec{F}_o = \frac{\Delta m \cdot \Delta v}{\Delta t} \quad \frac{\Delta m}{\Delta t} \rightarrow \Phi_m$$

$$\vec{F}_o = \Phi_m \cdot \Delta v \qquad \Delta v \rightarrow v_2 - v_1 \text{ (sprememba hitrosti po trku in pred trkom)}$$

Ker smo v enačbi upoštevali msni tok **pred** trkom ob oviro, lahko masni tok posebej tako izrazimo: $\Phi_m = \rho \cdot S \cdot v_1$

Torej lahko silo curka na daljši način izrazimo tudi s to enačbo:

$$F_o = \rho \cdot S \cdot v_1 (v_2 - v_1)$$

Gibalna količina *(G)*

je po definiciji produkt **mase telesa in njene trenutne hitrosti**:

$$G = m \cdot v$$

Večja kot je masa in hitrost telesa, večja je gibalna količina telesa.

Gibalna količina je vektor (tako kot sila, hitrost, pospešek…), saj ima velikost in smer, tako da je velikokrat zapisana z vektorsko puščico, vendar teh zdaj ne bomo vedno pisali, razen če je to potrebno.

Če na telo delujemo s silo ***F***, tako da ji spremenimo hitrost (in ponavadi tudi smer) ter sila deluje določen čas Δt, rečemo da telo preusmerimo s **sunkom sile** oziroma telesu spremenimo **gibalno količino.**

Sunek sile je produkt sile in časa njenega delovanja $F \cdot \Delta t$

in je po velikosti enak **spremembi gibalne količine:**

v_1 … hitrost na začetku (pred trkom)

v_2 … hitrost na koncu (po trku)

G_1 … gibalna količina pred delovanjem sile

G_2 … gibalna količina po delovanju sile

$$\overbrace{m \cdot v_2}^{G_2} - \overbrace{m \cdot v_1}^{G_1} = m \cdot (v_2 - v_1) = m \cdot \Delta v = \Delta G$$

Torej velja: $$\boxed{F \cdot \Delta t = \Delta G}$$

Merska enota za gibalno količino: $\frac{kg \cdot m}{s}$ $\left[\overset{F \cdot \Delta t}{N \cdot s} = \frac{kg\,m}{s^2} \cdot s = \frac{kg \cdot m}{s} = \overset{m \cdot v}{kg \cdot \frac{m}{s}}\right]$

Gibalna količina se uporablja v zvezi Newtonovim zakonom dinamike **F = ma**, zvezo med njima pa lahko vidimo s kratko izpeljavo

$$F \cdot \Delta t = \Delta G \quad / : \Delta t$$

$$F = \frac{\Delta G}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$$ glej 'Enakomerno pospešeno gibanje'

$$F = m \cdot a$$

Če v rezultatu dobimo, da je sila negativnega predznaka, pomeni da je sila zaviralna in je gibalno količino s sunkom sile zmanjšala. Posledično je tudi sprememba gibalne količine negativnega predznaka.

Izrek o ohranitvi gibalne količine

Gibalna količina se ohrani, če je vsota vseh sunkov sil, ki delujejo na telo, enaka nič. Ohrani se tudi, če telesa medsebojno trkajo (se med gibanjem zaletavajo).

Ločimo več vrst trkov:

- **prožni (elastični) trki:** ob trku se telesi odbijeta; ohrani se celotna kinetična energija

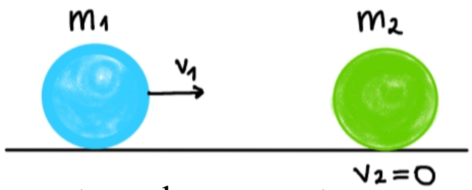
- **neprožni trki:** ob trku se telesi sprimeta; kinetična energija teles se **ne** ohrani

- **delno prožni trki:** najbolj realno, kar se dogaja, saj trki nikoli niso popolnoma prožni v naravi, saj se del kinetične energije pri vsakem trku izgubi (tudi ko se telesi odbijeta, se del kinetične energije pretvori v notranjo energijo)

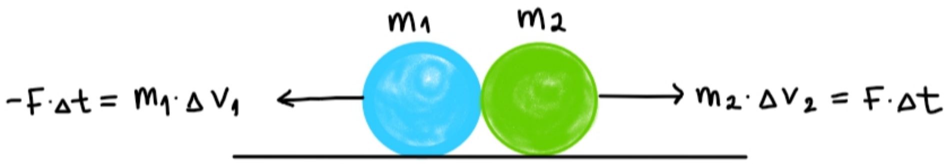
Prožni (elastični) trk

Primer 1: Prvo telo se giblje s hitrostjo v1 in trči v drugo telo, ki miruje. Prvo telo ima svojo hitrost in gibalno količino, drugo telo pa ima hitrost(in gibalno količino) enako nič:

Pred trkom:



Po trku se odbijeta in gresta vsak v nasprotno smer:



Prvo telo je drugemu s sunkom sile spremenilo hitrost za $\Delta \boldsymbol{v_2}$ in gibalno količino za $\Delta \boldsymbol{G_2}$: $F\cdot\Delta t = m_2\cdot\Delta v_2 = \Delta G_2$

Zaradi vzajemnega delovanja sil pa drugo telo deluje na prvo, z nasprotno enakim sunkom sile in mu spremeni hitrost za $\Delta \boldsymbol{v_1}$ in gibalno količino za $\Delta \boldsymbol{G_1}$:

$$-F\cdot\Delta t = m_1\cdot\Delta v_1 = \Delta G_1$$

Vidimo, da je skupna sprememba gibalne količine res enaka nič (čeprav se je gibalna količina vsakega posameznega telesa spremenila):

$$\Delta G_1 + \Delta G_2 = -F\cdot\Delta t + F\cdot\Delta t = 0$$

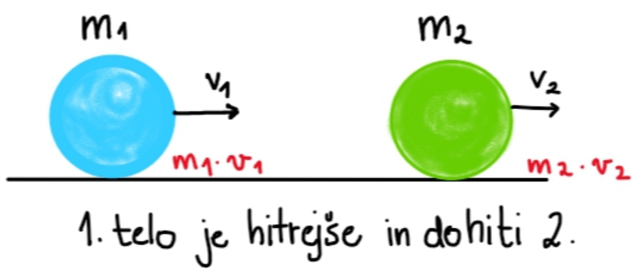
Enako velja tudi v primeru, ko se obe telesi gibljeta ena proti drugi in trčita z elastičnim trkom.

Kako pa je v primeru neprožnega trka, lahko vidimo v primeru 2.

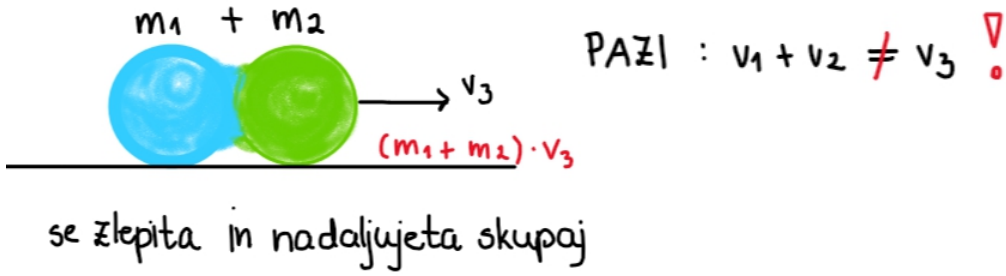
Neprožni (plastični) trk

Primer 2: Obe telesi se približujeta in trčita. Vsak ima svojo **hitrost v_1 in v_2** in gibalno količino pred trkom. Ker gre v tem primeru za neprožni trk, se po trku telesi zlepita kot eno telo in **z novo hitrostjo v_3** nadaljujeta pot tja, kamor je bilo namenjeno telo z večjo gibalno količino.

Pred trkom:



Po trku:



Zaradi ohranitve gibalne količine velja enakost:

$$G_{pred} = G_{po}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v_3$$

Kar pomeni, da je **skupna gibalna količina pred trkom enaka skupni gibalni količino po trku.**

V Kolikor bi šlo pri zgornjem primeru za prožni trk, bi se kroglici odbili ena od druge, prva bi se nazaj odbila in bi šla bolj počasi, druga pa bi nadaljevala pot naprej, vendar bolj hitro kot prej.

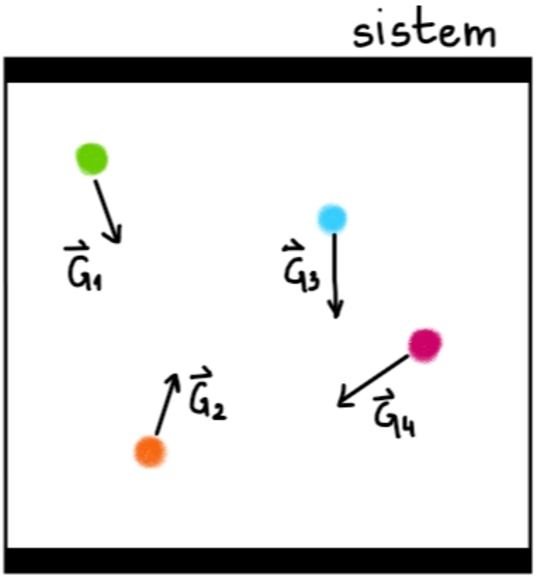
O **sistemu** govorimo, kadar imamo telesa, ki v gibanju medsebojno delujejo ena na drugo (kot v zgornjih dveh primerih), npr. biljardne kroglice. Izbrani sistem vedno določajo točkasta telesa z masami, se gibljejo (ali mirujejo) in imajo svojo hitrost oz. gibalno količino. Na vsako telo izbranega sistema delujejo **zunanje sile,** s katerimi telesa iz okolice delujejo nanje, in **notranje sile**, s katerimi telesa medsebojno vplivajo eno na drugega.

Izrek o ohranitvi gibalne količine: če na telesa **od zunaj ne deluje noben sunek sile** ali pa je vsota vseh sunkov sil, ki delujejo na telo enaka nič, se vsota gibalnih količin vseh teles v sistemu **ohrani** (to pomeni, da je **sprememba gibalne količine enaka nič**). Število, velikost in tip notranjih trkov in sil ni pomembno.

$$\sum \vec{F} \cdot \Delta t = 0 \Rightarrow \sum \Delta G = 0$$

Ali drugače povedano, če je rezultanta zunanjih sil enaka nič (F = 0), se gibalna količina sistema ne spreminja:

$$\sum F_{zunanja} = 0 \Rightarrow \sum G = konst.$$



Vztrajnostni moment

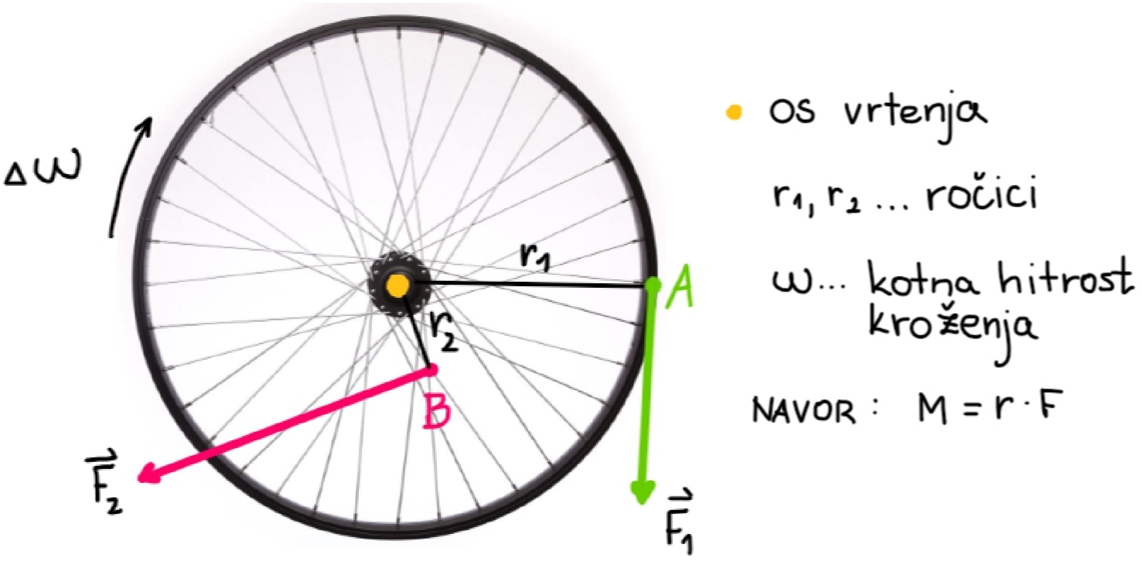
Predstavljajmo si, da imamo kolo, ki ga vrtimo okrog svoje osi (točka v središču).

Če kolo primemo za gumo (točka A, ki je prijemališče sile F_1) in zavrtimo, da se bo vrtelo z določeno hitrostjo, moramo uporabiti določeno silo F_1, da to storimo. Pri tem je r_1 **razdalja od prijemališča sile do osi vrtenja**. Takšno razdaljo imenujemo v splošnem **ročica**.

Če bi kolo namesto tega prijeli v točki B prijemališču sile F_2, ki je bližje osi, bi za enako hitrost vrtenja morali uporabiti večjo silo F_2.

Enostavno povedano - ***bolj daleč od osi vrtimo, lažje je doseči želen učinek/hitrost/premik***

Rečemo, da uporabimo **navor sile M, ki je enak produktu sile in ročice**. Z navorom spremenimo hitrost kroženja. S **sunkom navora M** pa spremenimo **vrtilno količino Γ** (grška črka gama).

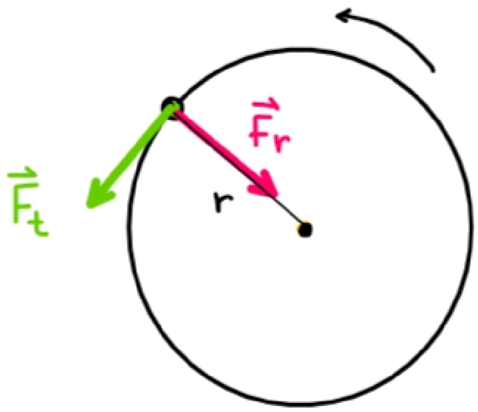


Telo vztraja pri kroženju, če na njega ne deluje noben navor. Velja tudi to, da če želimo **povečati hitrost kroženja**, moramo **zmanjšati vztrajnostni moment** (D*rsalka pri vrtenju okrog svoje osi da roke k telesu, da se vrti hitreje, saj je s tem zmanjšala svoj vztrajnostni moment*).

Vztrajnostni moment točkastega telesa

Na točkasto telo pri kroženju delujeta dve sili: **Radialna sila F_r (kaže proti središču)** in **tangencialna sila F_t (kaže v smeri tangente).**

Radialna sila je produkt mase m in radialnega pospeška a_r. Tangencialna sila pa je produkt mase m in tangentnega (obodnega) pospeška a_t.



$$F_r = m \cdot a_r$$

$$a_r = \omega \cdot v_o = \omega^2 \cdot r = \frac{v_o^2}{r}$$

ω... kotna hitrost
v_o... obodna hitrost

$$F_t = m \cdot a_t$$

$$a_t = \alpha \cdot r \longrightarrow \boxed{\alpha = \frac{a_t}{r}}$$

α... kotni pospešek

Za navor vemo:

$$M = F_t \cdot r$$

$$F_t = m \cdot \alpha \cdot r \quad / \cdot r$$

$$F_t \cdot r = m \cdot r^2 \cdot \alpha$$

$$F_t \cdot r = J \cdot \alpha$$

$$M = J \cdot \alpha$$

Vztrajnostni moment točkastega telesa je torej: $J = m \cdot r^2$

Merska enota: $kg \cdot m^2$

Navor pa je (*poleg enačbe, ki jo že poznamo od prej*) **produkt med vztrajnostnim momentom in kotnim pospeškom telesa** (*pri tem velja, da je kotni pospešek kvocient med tangentnim pospeškom in polmerom kroženja*):

Merska enota: $N \cdot m$

$$M = J \cdot \alpha$$

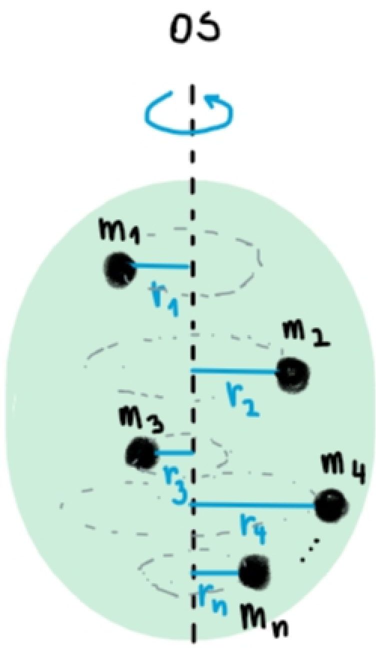
Vztrajnostni moment togega telesa (*togo telo je končnorazsežno trdo telo*)

Prej smo videl, kako se obnaša točkasto telo, sedaj pa si predstavljajmo telo, ki je sestavljeno iz poljubno točkastih teles s svojimi masami, ki skupaj tvorijo togo telo (*npr. valj, kocka, kamen,…*).

Za primer vzamemo telo na spodnji sliki, ki je sestavljeno iz mnogih točkastih teles z masami m_1, m_2, m_3,… in osi, okrog katere se telo vrti. Vsako od teh točkastih teles je od osi odmaknjeno za razdalje r_1, r_2, r_3,… Recimo, da je **vseh točkastih delov v celemu telesu enako *n*.**

S tem, ko se telo vrti okrog svoje osi, se vrtijo tudi posamezna točkasta telesa okrog te osi.

Telo je razdeljeno na *n* točkastih teles, z masami $\boldsymbol{m_1, m_2, \ldots, m_n}$ in ročicami $\boldsymbol{r_1, r_2, \ldots, r_n}$ (oddaljenosti od osi). Torej ima vsako posamezno točkasto telo svoj vztrajnostni moment:



$$\left.\begin{aligned} J_1 &= \Delta m_1 \cdot r_1^2 \\ J_2 &= \Delta m_2 \cdot r_2^2 \\ &\vdots \\ J_n &= \Delta m_n \cdot r_n^2 \end{aligned}\right\}$$ Vztrajnostni momenti točkastih teles

Vztrajnostni moment celotnega telesa:

$$J = J_1 + J_2 + \ldots + J_n$$

V splošnem lahko rečemo, da je **vztrajnostni moment telesa vsota vztrajnostnih momentov posameznih delov telesa**.

Pomembno je, da je vztrajnostni moment J odvisen od lege izbrane osi. Če je **vsa snov telesa enako oddaljena od osi**, je vztrajnostni moment zelo preprosto izračunati, saj je kar $\boldsymbol{J = mr^2}$. (npr. obroč, votel valj). V spodnji tabeli je par primerov vzrajnostnih momentov nekaterih geometrijskih teles:

Geometrijsko telo	Os vrtenja	Vztrajnostni moment
Votel valj	Geometrijska os	$J = mr^2$
Polni valj	Geometrijska os	$J = \frac{mr^2}{2}$
Polna krogla	Poljubna os skozi središče	$J = \frac{2mr^2}{5}$

Vrtilna količina Γ (grška črka gama)

Je pojem, zelo soroden gibalni količini *G*, s katero se dopolnjujeta. **Kakršno vlogo ima gibalna količina pri premem gibanju, ima vrtilna količina pri kroženju (vrtenju okrog dane osi).**

Vrtilna količina je ravno tako **vektor**, zato je poleg njene hitrosti pomembna tudi smer:

- **pozitivna** vrtilna količina je pri vrtenju v **obratni smeri urinega kazalca**

- **negativna** vrtilna količina je pri vrtenju v **smeri urinega kazalca**

Čeprav je vektor, bomo jo navadno pisali brez strešice, medtem ko moramo upoštevati primeren predznak.

Vrtilna količina je definirana kot **produkt vztrajnostnega momenta *J* in kotne hitrosti *ω*** (grška črka omega):

$$\Gamma = J \cdot \omega$$

Izrek o vrtilni količini

Izpeljava:

$$M = J \cdot \alpha \quad / \cdot \Delta t$$

$$M \cdot \Delta t = J \cdot \underbrace{\alpha \cdot \Delta t}_{\Delta\omega \text{ (kotna hitrost)}}$$

$$M \cdot \Delta t = \underbrace{J \cdot \Delta\omega}_{\Delta\Gamma}$$

Z izpeljavo dobimo, da je

$$M \cdot \Delta t = \Delta \Gamma$$

kar pomeni, da je **produkt navora in spremembe časa enak spremembi vrtilne količine.**

Produkt na levi strani enačbe imenujemo **sunek navora,** kar je enako **spremembi vrtilne količine.**

Torej izrek o vrtilni količini pravi:

Če delujemo na telo, ki se lahko vrti okrog izbrane osi s sunkom navora, mu spremenimo vrtilno količino.

Izrek o ohranitvi vrtilne količine

Videli smo, da vrtilno količino spremenimo s sunkom navora.

Če pa navora ni ali če je rezultanta vseh delujočih navorov nič (navori v ravnovesju)**, se vrtilna količina ohrani:**

$$M \cdot \Delta t = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta \Gamma = 0$$

kar pomeni, da $\Gamma = \text{konst.}$

Tako, pa smo prišli do konca te knjige :)

So ti bili zapiski v pomoč?

POTEM VEM, DA TE BO TO ZANIMALO…

…pripravljam tudi **zapiske za Fiziko 2 in Fiziko 3** na enak način **+ zbirko rešenih nalog in videoposnetke** za snov **MAT, FIZ** in **KEM, SPLETNE TEČAJE**, ki jih ne želiš zamuditi, saj bodo pripravljeni zelo skrbno in na način, ki ga bo veliko bolj enostavno razumeti, kot si navajen(a) do zdaj.

Pomagali ti bodo pri učenju, pripravi na maturo, prihranili veliiiiko ur brskanja, prihranili ure in ure inštrukcij, saj bo vse kar potrebuješ, na kupu! :)

ŽELIŠ, DA TE OBVEŠČAM O NOVOSTIH? (klikni na gumb)

DA, obvesti me

Želimo ti veliko uspeha še naprej!

Imaš kakšno vprašanje ali predlog? Ali potrebuješ kvalitetne online inštrukcije z enostavno, a učinkovito razlago?

KONTAKT / REZERVACIJA INŠTRUKCIJ

info@instrukcijeonline.com

040 309 576