

## ODGOVORI NA VPRAŠANJA ZA USTNI DEL IZPITA IZ PREDMETA FIZIKA

1. Pod pojmom telo razumemo snov z dano velikostjo in obliko. Sistem točkastih teles so vsa tista telesa, ki so v naši okolici in katerih gibanje nas zanima. Se pravi je točkasto telo del sistema, ki ga gledamo, kako se giblje. Med točkastimi telesi delujejo močne notranje sile, da jih drži skupaj. Čim močnejše so not. sile, tem trdnejše je celotno telo, če pa so not. sile šibke, potem bo telo med gibanjem spreminjalo obliko.

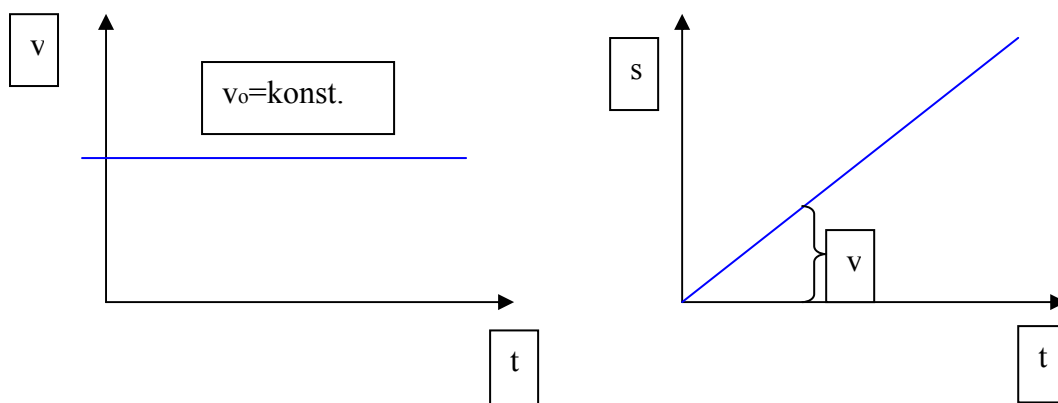
Telo se giblje, če se njegova lega glede na okolico spreminja s časom. Gibanje opišemo tudi tako, da lahko v vsakem trenutku povemo, kje se telo nahaja. Primer točkastega telesa je na primer vlak, ki se giba po tirnici.

Okolica točkastega telesa so bližnja in daljna telesa ( nekatera izmed njih pripadajo sistemu in nas zanima njihovo gibanje, druga ne pripadajo našemu sistemu in nas njihovo gibanje ne zanima).

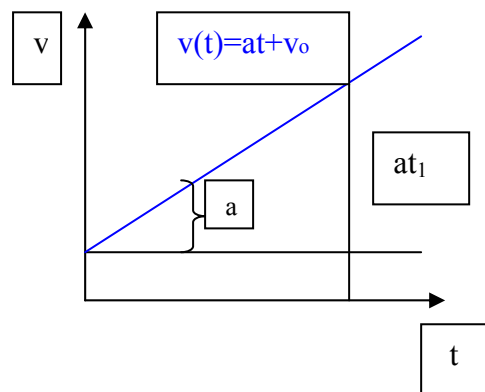
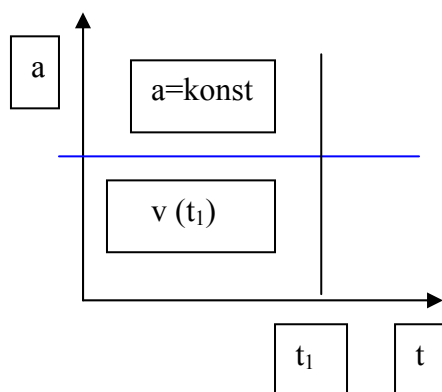
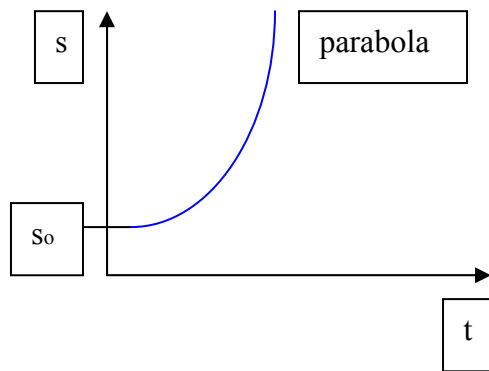
### GIBANJE TOČKASTIH TELES:

	PREMO-ENAKOMERNO	NEENAKOMERNO, OZ. ENAKOMERNO- POSPEŠENO
HITROST	KONSTANTNA, pove kako se pot spreminja s časom ( $v = s/t$ )	NI KONSTANTNA, je odvisna od pospeška in časa ali poti ( $v=v_0+at$ , $v^2=2as+v_0^2$ )
POSPEŠEK	GA NI ( $a = 0$ )	KONSTANTEN, pove kako se hitrost spreminja s časom ( $a=(v_2-v_1)/(t_2-t_1)$ , oz. $a=v/t$ )

### GRAFI: enakomerno gibanje

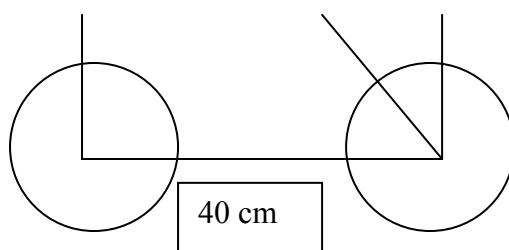


### GRAFI: neenakomerno (pospešeno) gibanje



Primer merjenja hitrosti telesa:

Ko smo merili hitrost metka iz puške. Ustrelili smo v dva vrteča kroga, ki sta bila odmaknjena eden od drugega za 40 cm. Izračunali smo hitrost metka s pomočjo kotov in časa.



Sestavljeno gibanje je gibanje, ki je sestavljeno iz dveh ali več gibanj. Primer je npr. vodoravni met, ki je sestavljen iz gibanja navpično dol (prosti pad) in vodoravnega gibanja (enakomerno pospešeno gibanje).

## 2. Glej točko 1.

Gravitacijski ali težni pospešek

Telo prosto pada, kar povzroči teža telesa oz. gravitacijska sila Zemlje. Gravitacijski pospešek je odvisen od zračnega upora. Če merimo gravitacijski pospešek v zraku, potem ima vsako telo drugačen pospešek (odvisno od mase, velikosti telesa, oblike,...) Gravit. pospešek pa se meri v nezračnem prostoru- zračni upor zanemarimo, takrat pa imajo vsa telesa enak gravit. pospešek (neodvisno od mase, oblike, velikosti,...)

Primer:

V cev damo ptičje pero in kroglico in spustimo oboje hkrati. Seveda pade kroglica hitreje na tla kot pero. Ko pa izsesamo iz cevi zrak, bosta pero in kroglica oba enako padla na dno cevi.

Se pravi, da v brezračnem prostoru imajo vsa telesa enak gravit. posp.

Gravitacijski pospešek je torej odvisen od zračnega upora in zemljepisne širine (iz Kladnikove knjige); na naši zemljepisni širini meri gravit. posp.  $9,81 \text{ m/s}^2$  in od višine (če gremo visoko v gore se težni pospešek zmanjšuje).

Primer merjenja gravit. pospeška:

Obesimo utež na dolg listek, ki je pripet v brnač. Izmerimo čas padanja in pot. Brnač riše pike na papir med padanjem telesa in od tega dobimo pot (izmerimo dolžino med pikami). Dobimo enačbo  $g = 2s/t^2$ .

## 3. Glej točko 2.

Prosti pad je enakomerno pospešeno gibanje v smeri proti Zemlji, s pospeškom  $g$ . Če zanemarimo zračni upor, potem narašča hitrost premo sorazmerno s časom. Pospešek se med padanjem ne spreminja. Prosto padanje povzroča teža telesa, oz. privlak Zemlje. Vsa telesa padajo enako hitro, če zanemarimo zračni upor, drugače ne. Primer je napisan v točki 2. Sestavljeno gibanje- glej točko 2.

## 4. Glej točko 2.

Vodoravni met je gibanje v navpični ravnini, ki je sestavljeno iz dveh gibanj; telo prosto pada in enakomerno se giba v vodoravni smeri. Tako se giba vodni curek iz vodoravne cevi, metek iz vodoravno postavljene puške,...V vodoravni smeri je hitrost konstantna, saj gre za enakomerno gibanje, v navpični smeri pa ni konstantna:

$$v_x = v_0$$

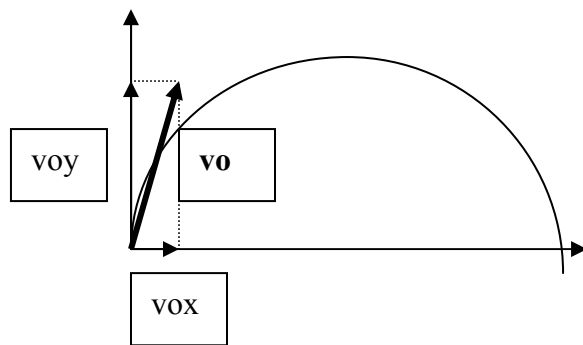
$$v_y = -gt$$

Poševni met je tudi primer sestavljenega gibanja. V  $x$  smeri se telo giblje enakomerno, v  $y$  smeri pa enakomerno pospešeno.

Poskus s katerim primerjamo prosti pad (navpični met) in poševni met: Kroglici istočasno vržemo. Eno navpično navzgor, drugo pa poševno kot kaže spodnja slika. Izkaže se, da bosta kroglici istočasno v najvišji točki, prav tako pa bosta tudi istočasno padli na tla.

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = -gt + v_0 \sin \alpha$$



5. Opiši enakomerno kroženje točkastega telesa. Kaj je obhodni čas, kaj je frekvenca kroženja in kaj je krožna frekvenca. Razlika med kotno in obodno hitrostjo? Ali je enakomerno kroženje pospešeno ali nepospešeno gibanje? Pojasni zakaj?

Kroženje točkastega telesa je enakomerno, če se kotna hitrost ne spreminja s časom. Poleg kotne hitrosti, sta konstantni tudi obodna hitrost in pospešek.

Čas  $t_0$ , v katerem krožeče telo enkrat obhodi krožnico, to je, v katerem se polmer zavrti za polni kot, se imenuje **obhodni čas kroženja**, njegova obratna vrednost je **frekvenca**

**kroženja:** 
$$\nu = \frac{1}{t_0}$$

**Frekvenca kroženja** nam pove število obhodov krožnice v eni sekundi. Merska enota frekvence se imenuje herc (Hz).

**Kotna hitrost** (hitost, s katero se spreminja kot  $\varphi$ ) nam izraža spremembo kota v časovni enoti ( $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ ); **obodna hitrost** pa je hitrost, s katero se točkasto telo giblje po krožnici ( $v =$

$$\frac{\Delta l}{\Delta t}).$$

Enakomerno kroženje je pospešeno gibanje, ker se spreminja smer obodne hitrosti (enakomerno kroženje ni enakomerno gibanje)!

6. Opiši enakomerno pospešeno kroženje točkastega telesa. Kako se krožilna hitrost spreminja s časom, kaj je tangenčni in kaj je kotni pospešek? Kolikšna sta radialni in skupni pospešek pri enakomerno pospešenem kroženju? Kaj je centrifugalni pospešek? Zakaj v ovinku ne smemo zavirati?

Če je kotni pospešek stalen oz. konstanten ( $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ ), potem je **kroženje enakomerno**

**pospešeno**; kotna hitrost se linearno povečuje s časom:  $\omega = \omega_0 + \alpha t$ .

Zaradi tangenčnega pospeška se velikost obodne hitrosti v kratkem časovnem intervalu  $\Delta t$ , spremeni za  $\Delta v$  (v smeri tangente na krožnico):  $\Delta v = a_t \cdot \Delta t$ .

**Tangenčni pospešek** je produkt polmera in kotnega pospeška:  $a_t = r \cdot \alpha$ .

Kvocienit spremembe kotne hitrosti in časovnega intervala, v katerem se sprememba zgodi,

imenujemo **kotni pospešek**:  $\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$ .

Enakomerno kroženje je gibanje z **radialnim pospeškom**, ki je usmerjen v središče in spreminja smer obodne hitrosti, njene velikosti pa ne:  $a_r = \frac{v^2}{r}$ .

**Skupni pospešek** izračunamo:  $a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2}$ .

Centrifugalni pospešek je pospešek, ki je nasproti usmerjen radialnemu oz. centripetalnemu, torej kaže centrifugalni pospešek od centra (osi) kroženja radialno navzven. (npr.: perilo v pralnem stroju – centrifugalna sila perilo pri veliki hitrosti pritisne ob steno in tako kapljice

»odletijo« ven v tangentialni smeri).  $a_{ct} = \frac{F_{ct}}{m}$ .

Če avto pripelje v ovinek s preveliko hitrostjo, ga sila lepenja ne more zadržati v pravi krožnici, zato zdrsne s ceste. V tem primeru bi zaviranje na ovinku samo pospešilo zdrs. Če zaviramo na ovinku, kolesom nekoliko preprečimo gibanje po krožnici in avto lahko v takem primeru zdrsne s ceste v smeri tangente.

**7. Zapiši in razloži Newtonove zakone gibanja točkastega telesa. Katere sile med telesi poznaš? Kako sestavljamo sile, ki prijemljejo v skupnem prijemališču? S katerimi pripravami merimo sile? Kaj je navor sile? Kaj je delo sile?**

- Telo miruje ali se giblje premo enakomerno, če nanj ne deluje nobena sila ali če je vsota vseh zunanjih sil enaka nič.
- Če prvo telo deluje na drugo telo s silo, deluje istočasno tudi drugo telo na prvo z enako veliko, a nasprotno usmerjeno silo.
- Pospešek telesa je premo sorazmeren z delujočo silo  $F$  in obratno sorazmeren m

$$\text{maso } m \text{ telesa: } a = \frac{F}{m}; F = m \cdot a.$$

Poznamo: gravitacijska sila, silo podlage, silo trenja, silo lepenja, tlačna in natezna sila. Sile, ki prijemljejo v skupnem prijemališču jih sestavljamo v paralelogram, s pomočjo katerega dobo rezultanto (diagonala paralelograma).

Sile merimo s silometrom.

**Navor sile** je produkt sile in njene ročice:  $M = F \cdot r$  ( $M$ -navor,  $r$ -ročica). Vrtenje teles kaže, da je vpliv sile na vrtenje odvisen od produkta tangentialne komponentne sile  $F_t \cdot r$ . Ta produkt imenujemo navor ali vrtilni moment sile  $M$ .

**Delo sile:** telo se v smeri sile  $F$  premakne za pot  $s$ .  $A = F \cdot s$ .

**8. Vzmetna tehtnica:**  $F = k \Delta x$  (sila = produkt konstante vzmeti in raztezka).

**Sila teže** je vektor, ki je usmerjen proti središču zemlje.

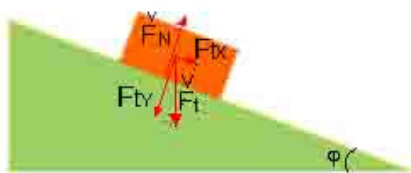
**Sila trenja** vedno deluje v nasprotni smeri, kamor bi se predmet premikal. Je posledica hrapavosti podlage.

**Sila lepenja** je mejna sila, ki je potrebna, da klado (predmet) spravimo v gibanje.

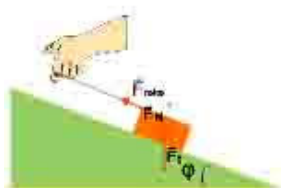
Računanje:  $F_{\text{trenja}} = k_{tr} F(N)$   $F_{\text{lepenja}} = k_l F(N)$

**Sile na klancu :**

Na klancu brez trenja sila teže in sila podlage povzročita, da klada zdrsne. Sila teže je usmerjena navpično navzdol. Sila podlage je usmerjena pravokotno na podlago, če ni trenja.



Silo teže razstavimo na silo, ki je pravokotna na klanec (statično komponento), in na komponenta v smeri klanca (dinamično komponento).



Telo miruje (je v ravnovesju), ko je rezultanta vseh sil (teže, podlage, roke) enaka nič. Če želimo, da klada miruje na klanecu brez trenja, potrebujemo silo, usmerjeno po klanecu navzgor, ki telo zadrži.

Če med klado in klanecem trenje ni zanemarljivo, za mirovanje zadostuje manjša vlečna sila.

Poleg že omenjene gravitacijske sile, poznamo še električno silo, ki deluje med naboji (sem spadata tudi sila trenja in lepenja), močno silo, ki deluje med nukleoni in šibko silo, ki je odgovorna za radioaktivni beta razpad.

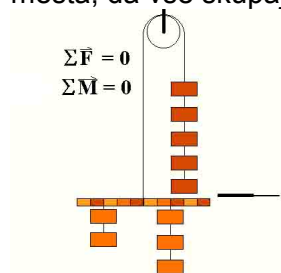
Konzervativni sili sta na primer sila teže in sila v vzmeti. To so sile, pri katerih njihovo delo na poti ni odvisno od oblike poti.

#### 9. Izrek o ravnovesju navorov:

S statiko obravnavamo sisteme, ki mirujejo ali se gibljejo enakomerno. Za mirovanje ali premo enakomerno gibanje sistema ni dovolj, če je rezultanta zunanjih sil enaka nič.

Upoštevati moramo še navoro zunanjih sil.

Prek kolesčka obesimo vrh, na enem koncu obesimo 5 enakih uteži, na drugem koncu pa pripnemo v sredini lahko palico. Koliko enakih uteži moramo obesiti na palico in na katera mesta, da vse skupaj miruje ?



Izrek o ravnovesju sil in navorov pravi, da telo miruje ali se giblje enakomerno, če je rezultanta vseh zunanjih sil enaka nič in rezultanta vseh zunanjih navorov okrog poljubne osi enaka nič.

## 11. Gibalna količina :

Hiter avtomobil je težje ustaviti kakor počasnega. Še težje pa je ustaviti hiter tovornjak z veliko maso. Telesa z veliko maso in veliko hitrostjo imajo veliko gibalno količino. Gibalna količina je definirana kot produkt mase telesa in njegove hitrosti.

Gibalna količina je vektor in ima smer hitrosti telesa. Enota [kg m / s ].

Telo, ki na začetku miruje, pridobi gibalno količino tako, da na telo deluje zunanja sila  $F$ . Telo pod vplivom velike sile  $F$  lahko hitro pridobi gibalno količino, z majhno silo  $F$  pa potrebujemo več časa, da telo z maso  $m$  pospešimo na enako hitrost. Podobno velja tudi za ustavljanje.

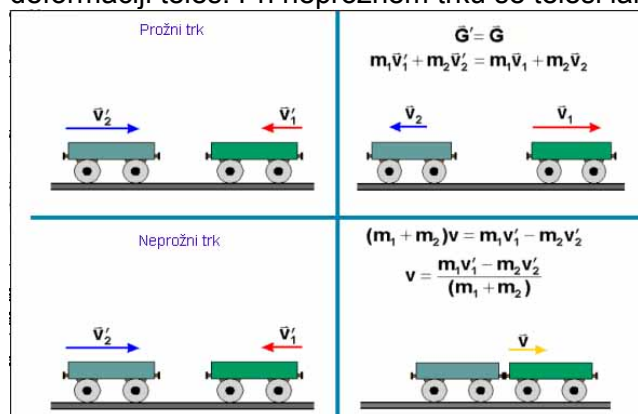
Gibalna količina za več teles:

Izrek o gibalni količini lahko uporabimo za sistem več teles: poiščemo sunek rezultante vseh zunanji sil, gibalno količino sistema na koncu in na začetku, pa dobimo z vektorsko vsoto gibalnih količin posameznih delov sistema na koncu in na začetku.

Gibalna količina sistema na koncu je enaka gibalni količini sistema na začetku.

Pri trkih teles, ko drugih zunanjih sil ni, so le sile med telesi, se gibalna količina ohranja. Dve kroglici imata pred trkom gibalni količini  $G_1 = m_1 v_1$  in  $G_2 = m_2 v_2$ , po trku imata vsaka drugačno gibalno količino, velja pa ohranitev gibalne količine za sistem obeh kroglic (tako pri prožnem kot neprožnem trku).

Pri trkih je pomembno, kako je z ohranitvijo energije. Pri **prožnem (elastičnem) trku** se kinetična energija ohranja, pri **neprožnem (plastičnem) trku** se energija porabi pri deformaciji teles. Pri neprožnem trku se telesi lahko zlepita.



## 12. Sunek sile (impulz):

Telo z veliko gibalno količino lahko zaustavimo v kratkem času z veliko silo ali v daljšem času z manjšo silo.

Definiramo sunek sile kot produkt sile  $F$  in intervala časa  $\Delta t$ , ko je sila delovala.

Sunek sile je vektor in ima smer sile  $F$ . Enota za sunek sile je [N s] in je enaka kot enota za gibalno količino  $G$ . [1N s = 1 kg m / s]

Sunek sile kladiva pri zabijanju žebelja je nasprotno enak sunku sile žebelja na kladivo. Če pa je kratek, je sila in s tem učinek večji, če se nam podlaga in s tem žebelj umakne, se čas podaljša in sila manjša.

Gibalna količina? Glej 11.

Primer za ohranitev gibalne količine? Glej 11.

Zračna blazina ublaži posledice avtomobilskega trka predvsem zaradi velike površine. Sila se porazdeli po celotni ploskvi blazine.

Npr: Pri zabijanju žebeljev želimo pri danem sunku sile kratke čase in velike sile, pri avtomobilskih trkih pa si želimo, čim daljše čase in manjše sile, zato uporabljamo amortizerje kot je tudi zračna vreča.

13. Prožni in neprožni trk ? Glej 11.

Prožni : udarec v nogometno žogo, avtomobilčki v lunaparku

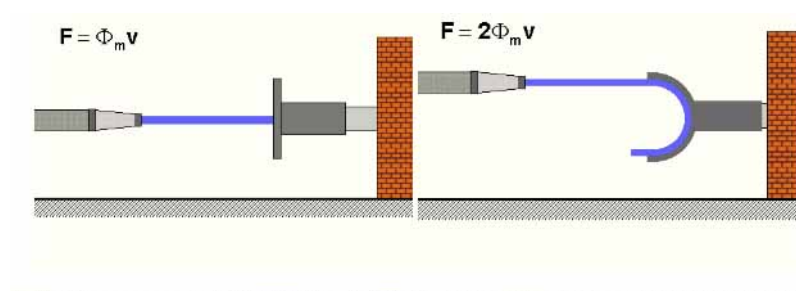
Neprožni: trk dveh avtomobilov, žvečilni gumi, ko ga vržemo na podlago

Ohranitev gibalne količine ? Glej 11.

Ohranitev kinetične energije. Hmmm..

Del kinetične energije se porabi pri deformaciji teles (avtomobilski trk), nekaj se je spremenilo tudi v toploto.

14.



Ovira, na katero enakomerno trkajo delci (vodne kapljice, izstrelki, curek tekočine) občuti stalno silo – Silo curka.

Za curek tekočine v vodoravni smeri zapišemo izrek o gibalni količini. Gibalno količino curku spremeni sila ovire  $F$ .

Če se tekočina v vodoravni smeri od ovire ne odbije, je hitrost tekočine po trku enaka nič  $V_k=0$ . Enačbo delimo z  $\Delta t$  zapišemo masni pretok  $\phi_m = \Delta m / \Delta t$  in dobimo silo s katero ovira zadržuje tekočino. Sila curka pa je nasprotno enaka  $F = \phi_m v$ .

Ukrivljena ovira v obliki lopatice odbije curek v nasprotni smeri. Če v približku rečem, da je hitrost tekočine po odboju nasprotno enaka vpadni hitrosti, je sila curka dvakrat večja  $F = 2\phi_m v$

Ali je povezana z gibalno količino ?

DA

Za curek tekočine v vodoravni smeri zapišemo izrek o gibalni količini. Gibalno količino curku spremeni sila ovire  $F$ .

$$F \Delta t = \Delta G \Rightarrow F \Delta t = \Delta m (v_k - v)$$

Primer za silo curka: kakeršne koli rakete, kakšno sodobno rezalno orodje...

Zakaj rakete pospešujejo? Ker v vesolju (recimo) ni drugih sil na raketo. Ko iz rakete švigajo ven delci z neko hitrostjo se mora (ker ni drugih sil oziroma opor za raketo) raketa gibati v nasprotno stran.



## MANJKAJO ODGOVORI OD 15 - 20!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

21. Kako je definirana vrtilna količina togega telesa? Napiši zakon o ohranitvi komponente vrtilne količine pri vrtenju okoli stalne osi. Opiši poskus, pri katerem opazimo omenjeni zakon. Kateri so pogoji za mirovanje togega telesa?

- vrtilna količina  $\Gamma$  je produkt vztrajnostnega momenta  $J$  telesa in kotne hitrosti  $\omega$ :  $\Gamma = J\omega$ .
- vrtilna količina vrtečega se telesa se spremeni za sunek navora, ki ga telo med vrtenjem prejme. Če navora ni ali, če je rezultanta vseh delujočih navorov nič (če so navori v ravnovesju):  $M = 0$ , se vrtilna količina telesa ohranja.
- Poskus: Profesor je sedel na vrtljivem stolu z utežmi v rokah. Ko je imel roke ob telesu, se je vrtel hitro, ko pa jih je iztegnil se je vrtel počasi. Tovrsten pojav opazimo pri drsalcih.
- Pogoji za mirovanje telesa: vsota vseh zunanjih sil in navorov mora biti 0.

22. Zapiši izraz za kinetično energijo togega telesa. Zapiši polno energijo togega telesa; iz česa se sestoji? Navedi in pojasni primer uporabe energijskega zakona pri gibanju togega telesa (jo-jo). Kje in zakaj uporabljamo vztrajnike?

$$- W_k = \frac{mv^2}{2}, \quad A = \Delta W_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_o^2}{2}$$

- $W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$  Kinetična energija togega telesa je sestavljena iz translacijske in rotacijske kinetične energije.

- Primer uporabe energijskega zakona pri gibanju togega telesa (jo-jo):

- Z vztrajniki se izenačuje neenakosti nastopajočih sil pri npr. batnih strojih. Vztrajnik zbira presežke dela in jih ob primanjkljaju spet oddaja kot kinetično energijo. Učinkovitost vztrajnika je tem večja čim večjo maso ima, čim dlje od vrtilne osi je razporejena in čim hitreje se vrti.

23. Zapiši in pojasni Hookov zakon. Kaj je prožnostni modul. Ali je steklo elastično? Elastična in plastična deformacija. Opiši strižno deformacijo in torzijo. Zapiši izraz za strižni modul in torzijski koeficient.

- Hookov zakon pravi, da je natezna napetost premo sorazmerna z relativnim raztežkom:

$$\sigma = E\varepsilon.$$

Velikost deformacije telesa je odvisna od kvocienta sile  $F$  in ploskve  $S$ , na katero sila deluje v pravokotni smeri. Če je sila usmerjena pravokotno ven iz ploskve (in povzroča raztezek),

se kvocient  $\frac{F}{S}$  imenuje natezna napetost  $\sigma$ :  $\sigma = \frac{F}{S}$  [N/m<sup>2</sup>].

Podolgovato telo z dolžino  $b$  in prečnim prerezom  $S$  raztegujemo s silo  $F$ . Kvocient raztezka  $x$  telesa in njegove prvotne dolžine  $b$  je relativni raztezek  $\varepsilon$ :  $\varepsilon = \frac{x}{b}$ .

- Prožnostni modul (modul elastičnosti)  $E$  [N/m<sup>2</sup>] pove kolikšna napetost je potrebna za relativni raztezek  $\varepsilon = \Delta l / l$ , to je, koliko se telo raztegne, za svojo dolžino.
- Steklo je elastično z modulom elastičnosti  $E = 5 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ .
- Deformacija je elastična (prožna), če se telo po razbremenitvi vrne v prvotno stanje. Deformacija je plastična (neprožna), če se telo po razbremenitvi le deloma vrne v prvotno stanje. (ostane delno deformirano).
- Pri strižni deformaciji gre za spremembo kota togega telesa.

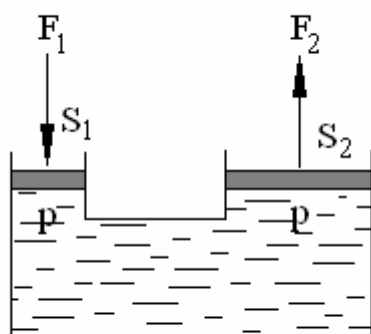
Torzija – zasuk okrog vzdolžne osi; velikost upogiba prostorske krivulje iz njene ravnine v dani točki.

- Strižna deformacija  $\frac{F}{S} = G \frac{\Delta x}{d} = G \cdot \operatorname{tg} \alpha$  [N/m<sup>2</sup>] (G – strižni modul, d - višina telesa,  $\Delta x$  – nagib telesa)

Merjenje navora  $M = D \cdot \varphi$  [N/m<sup>2</sup>] (D – torzijski koeficient [Nm/rd]).

24. Zakaj se pojavi v tekočinah hidrostatski tlak? Zapiši izraz za hidrostatski tlak! Opiši in pojasni delovanje odprtega manometra. Kako delujejo ostali manometri? Za kaj jih uporabljamo? Navedi primere uporabe hidrostatskega tlaka v hidravličnih napravah. Izračunaj silo na 1 m<sup>2</sup> površine podmornice v globini 100 m.

- Tekočina je sestavljena iz velikega števila molekul, ki se stalno, neurejeno gibljejo in trkajo in vplivajo druga na drugo. Tlak, ki ga sila od zunaj povzroča na gladini ali na stenah posode, se s trki med delce razširi v vso notranjost tekočine.
- Tlak se zaradi teže tekočine povečuje z globino, v vodoravni smeri pa se ne spreminja. Če se v homogeni tekočini z gostoto  $\rho$  spustimo za  $h$ , se težni tlak poveča za:  $\Delta p = \rho g h$ .
- S kapljevinskim manometrom merimo tlak tako, da ga uravnovesimo s tlakom stolpca merilne kapljevine, npr. živega srebra. En krak je zaprt in brez zraka (v njem je vakuum), drug krak je priključen na prostor z merjenim tlakom  $p$ . Če odčitamo razliko višin gladin živega srebra v zaprtem in odprtem kraku manometra, dobimo merjeni tlak. Obstaja tudi kovinski manometer (aneroid), pri katerem je okrogla škatlica zaprta z valovito membrano, na katero od zunaj pritiska merjeni tlak. Membrana se upogne sorazmerno z velikostjo merjenega tlaka. Njen upogib se preko prenosnega mehanizma prenese na merilni kazalec.
- Hidravlična stiskalnica:



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

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

-  $S = 1 \text{ m}^2$

$h = 100 \text{ m}$

$F = ?$

$$p = \rho g h$$

$$\frac{F}{S} = \rho g h$$

$$F = S \rho g h$$

$$F = 1 \text{ m}^2 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100 \text{ m} = \underline{\underline{981 \text{ kN}}}$$

**25. Od kod izvira sila vzgona – ponovi Arhimedovo razlago. Zakaj led plava? Pri katerih napravah uporabljamo silo vzgona. Zakaj ladje plavajo in kdaj je plavanje stabilno? Kako deluje areometer in zakaj ga uporabljamo?**

- Na telo, potopljeno v mirujoči tekočini, deluje poleg teže tudi vzgon, to je rezultanta sil, s katerim obdajajoča tekočina z vseh smeri pritiska nanj. Ker tekočina pritiska na površino potopljenega telesa v pravokotnih smereh in ker se tlak tekočine z globino povečuje, je rezultanta pritiskov tekočine (vzgon) usmerjena navzgor. Vzgon je usmerjen navzgor in je po velikosti enak teži izpodrinjene tekočine. Njegovo prijemališče je v težišču izpodrinjene tekočine:  $F_{vz} = V\rho_o g$ .
- Led plava na vodi, ker je potopljen v specifično težji tekočini. Vzgon je večji od njegove teže in led se dviga. Ko doseže gladino, se prostornina potopljenega dela zmanjša in zmanjša se tudi vzgon. Led nato plava na gladini, pri tem pa je potopljen tolikšen del njegove prostornine, da je vzgon enak teži telesa.
- Sila vzgona se uporablja npr. pri ladjah, balonih, letalih,...
- V tekočini se vlek navzdol zmanjša za vzgon, to je za težo izpodrinjene tekočine. Zato je telo v vodi navidezno lažje. Ladja je nestabilna kadar je njena masa enaka sili vzgona, in stabilna kadar je njena masa manjša od sile vzgona.
- Areometer je priprava za merjenje gostote kapljevine na podlagi vzgona. Pripravo v obliki plavača potopimo v merjeno kapljevino in njegov ugrez je merilo za merjeno gostoto.

**26. Opiši laminarni in turbulentni tok tekočine. Kaj je volumski in masni pretok. Kako se spreminja hitrost toka tekočine v cevi, ki se na enem delu zoži? Zapiši Bernoullijevo enačbo in jo pojasni na primeru Venturijeve cevi. Zakaj letala letijo?**

- Laminarni in turbulentni tok se razlikujeta glede na obliko tokovnic.
  - Gibanje je laminarno, če se tokovnice vijejo druga ob drugi v plasteh (laminah), ne da bi se prepletale ali križale. Gibanje je stacionarno.
  - Gibanje je turbulentno, če se tokovnice prepletajo in mešajo, zaradi česar je to gibanje zelo nestacionarno.
- Volumski pretok izraža prostornino tekočine, pretečene v časovni enoti skozi prečni prerez S:

$$\Phi_v = \frac{\Delta V}{\Delta t} = v \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Masni pretok pa pove koliko kg snovi preteče skozi prečni prerez S v časovni enoti:

$$\Phi_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho \cdot \Phi_v = \rho \cdot Sv \quad [\text{kg/s}]$$

- Stacionarnost gibanja zahteva, da teče skozi vsak prečni prerez tokovne cevi enako velik tok tekočine: tok se vzdolž tokovne cevi ne spreminja. Če se prečni prerez tokovne cevi poveča, se hitrost tekočine na območju prereza zmanjša, ali nasprotno.
- Bernoullijeve enačba:  $\rho + \rho gh + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = \text{konst.}$

Tekočina teče po vodoravni cevi, ki se na sredini zoži. Po širokem delu cevi (S) teče tekočina s hitrostjo  $v$  in s tlakom  $p$ . Na zoženem delu se hitrost poveča na  $v_1$  in velja:  $vS = v_1 S_1$ , tlak pa se zmanjša na  $p_1$ . Med širokim in ozkim delom cevi je vključen živosrebrni manometer, ki meri razliko tlakov  $\Delta p = p - p_1$ .

- Zmanjšanje zračnega tlaka zaradi povečane hitrosti se izkorišča tudi za dinamični vzgon letal s krili in propelerji. Med zaletom po pisti nastane okrog krila cirkulacija zraka, zaradi katere se hitrost zraka nad krilom poveča, pod krilom pa zmanjša. Nastane rezultanta zračnih pritiskov v smeri navzgor, ta pa je pri dovolj veliki vzletni hitrosti lahko večja od teže letala.

**27. S čim merimo temperaturo teles? Pojasni razliko med Celzijevo in absolutno temperaturno skalo. Kaj je temperaturni raztezek snovi? Kako deluje tekočinski termometer, kaj je bimetal, kako deluje plinski termometer?**

- Temperaturo teles merimo s termometrom.
- V Kelvinovi temperaturni lestvici je zmrzišče vode pri 273 K, vrelišče pa pri 373 K. Temperaturni interval 1K je stotina temperaturnega intervala med vreliščem in zmrziščem. Temperatura 0 K je imenovana tudi absolutna ničla; to je najnižja možna temperatura. V Celzijevi temperaturni lestvici je zmrzišče vode pri 0 °C, vrelišče pa pri 100 °C. Temperaturni interval med vreliščem in zmrziščem vode je tako kot v Kelvinovi lestvici tudi v Celzijevi temperaturni lestvici razdeljen na 100 delov, torej je temperaturna razlika neodvisna od izbire enote temperature (primer:  $\Delta T = 1\text{K} = 1^\circ\text{C}$ ).
- Snovi se z segrevanjem raztezajo (njihova prostornina pri stalnem tlaku narašča, če se temperatura povišuje). Relativna sprememba temperature je premosorazmerna s spremembo temperature:  $\frac{\Delta V}{V} = \beta \cdot \Delta T$  ( $\beta$  – temperaturni koeficient prostorninskega raztezka)
- Tekočinski termometer (npr. živosrebrni). Živo srebro je v stekleni bučki, ki je navzgor podaljšana v tenko kapilaro. Prostorninski raztezek živega srebra v bučki se pokaže z dvigom gladine živega srebra v njej. Ob kapilari je merilna lestvica.
- Bimetalni termometer meri spremembo temperature na podlagi različne linearne termične razteznosti različnih kovin. Sestavljen je iz dveh ploskoma spojenih kovinskih trakov z različnima razteznostnima koeficientoma. Ker se ob spremembi temperature različno raztezata, se ukrivita, z ustreznim prenosnim mehanizmom pa je to preneseno na merilni zaslon.
- Plinski termometer: V stekleni bučki je idealni plin (npr. helij); tlak plina v njej in s tem tudi temperaturo meri priključen kapljevinski manometer. Plinski termometer je zelo natančen, vendar neroden za vsakdanjo uporabo, zato ga uporabljajo za umerjanje drugih vrst termometrov.

**28. Zapiši prvi zakon termodinamike. Kaj je toplota? Pojasni Jouleov poskus. Kako izračunamo notranjo energijo idealnega plina – pojasni z besedami. Kaj je specifična toplota, kaj je specifična talična in izparilna toplota?**

- Energijski zakon termodinamike pravi, da je sprememba notranje energije snovi enaka vsoti dovedenega dela in prejete toplote:  $\Delta W_n = A + Q$   $Q > 0$ ; snov toploto oddaja  
 $Q < 0$ ; snov toploto prejema  
 $Q = 0$ ; snov toplote ne prejema niti ne oddaja
- Toplota je tisti del notranje energije, ki se prek toplotnega stika prenaša s toplejših predelov snovi v hladnejše. Merska enota je joule [J = Nm].
- Jouleov poskus govori o energijskem zakonu termodinamike. Ko v izolirani posodi mešamo vodo, ji s tem dovajamo delo, voda se segreje. Vodi se spremeni notranja energija po zgornji enačbi.
- Za idealni plin je značilno, da je zelo razredčena snov. Povprečna razdalja med molekulami je običajno velika v primerjavi z velikostjo samih molekul. Medmolekularne sile imajo kratek doseg in učinkujejo na molekule le ob trkih, drugače pa se prosto gibljejo. Zato je notranja energija idealnega plina pretežno sestavljena iz kinetične energije termično gibajočih se molekul, kar pomeni da je odvisna le od temperature (tlak, volumen zanemarimo).
- Specifična toplota  $c$  pove koliko toplote je potrebno, da se 1 kg snovi segreje za 1 K (ali 1°C).

$$Q = \Delta W_n + p\Delta V$$

Poznamo specifično toploto pri stalnem tlaku  $c_p$  (snov se med segrevanjem razteza in oddaja delo) in specifično toploto pri stalni prostornini  $c_v$  (potrebujemo jo le za povečanje notranje energije snovi).

- Specifična izparilna toplota  $q_i$  je toplota, ki pri temperaturi vrelišča izpari 1 kg kapljevine [J/kg]. Da izpari kapljevina z maso  $m$ , je potrebna izparilna toplota:  $Q_i = m q_i$ .

Specifična talilna toplota  $q_t$  je toplota, ki pri temperaturi tališča stali 1 kg snovi [kJ/kg]. Da se stali trdnina z maso  $m$ , je potrebna talilna toplota:  $Q_t = m q_t$ .

## 29. NA KAKŠNE NAČINE SE ŠIRI TOPLOTA?

- **Toplotni stik** – ob stiku različno toplih snovi ali če imajo različna mesta dane snovi različno temperaturo (hladna in topla snov sta staknjeni, tako da se dotikata; hitrejša molekule tople snovi izgubljajo kinetično energijo - snov se ohlaja, počasnejša v hladni snovi pa jo pridobivajo - snov se segreva; to poteka toliko časa, dokler se povprečne kin. energije vseh molekul v staknjeni snovi ne izenačijo)
- Toplotni tok odteka vedno s toplejših mest in doteka na hladnejša; poganja ga temperaturna razlika

### TOPLOTNI TOK - P :

Toplotni tok definiramo kot kvocient toplote  $\Delta Q$  in časovnega intervala  $\Delta t$ , v katerem toplota preide skozi prečni prerez **S**:

$$P = \Delta Q / \Delta t$$

Merska enota: J/s = W (vat)

### TOPLOTNA PREVODNOST - $\lambda$ :

Prevajanje toplote skozi snov je drugo ime za difuzijo notranje energije skozi snov; ta je posledica medmolekularnih trkov. Molekule snovi z medsebojnimi trki »prenašajo« notranjo energijo od vročih mest na hladnejša.

$$P = \lambda \cdot S \cdot (T_1 - T_2) / d$$

Kako hitro snov prevaja toploto je odvisno od njene **toplotne prevodnosti**  $\lambda$  (merska enota: W/mK). Dobri prevodniki toplote so npr. kovine ( $\lambda$  = cca. 100 W/mK). Dobri toplotni izolatorji (snovi z majhno toplotno prevodnostjo – nekaj stotink do desetinke W/mK) pa so npr.: zrak (mirujoči:  $\lambda$  = okrog 0,025 W/mK), mineralna volna (med njenimi vlakni se zadržuje zrak), stiropor itd.

### POSKUS, PRI KATEREM SMO POKAZALI RAZLIČNOST TOPLOTNIH PREVODNOSTI SNOVI :

## 30. NA KATERE NAČINE DOBIMO ELEKTRIČNI NABOJ ?

Električni naboj je notranje stanje snovi, zaradi katerega se izrazijo električne sile. Naboj lahko dobimo npr.:

- **Z drgnjenjem različne snovi** (npr.: stekleno palico s suho cunjjo); z drgnjenjem spremenimo notranje stanje teh snovi tako, med njimi se pojavijo privlačne ali odbojne sile t.i. električne sile, se pravi, da se snov naelektri. Glede na to, da so el. sile ali privlačne ali odbojne, obstajajo tako tudi dve vrsti el. naboja: pozitivni in negativni.

### OHRANITEV ELEKTRIČNEGA NABOJA

Električni naboj se ohranja, če se mu ne odvzema in če ne oddaja elektrone.

### SILA MED ELEKTRIČNIMI NABOJI

Električna sila je sila med dvema nabojema. Če sta različno nabita (eden je pozitiven, drugi pa negativen) ju sila vleče skupaj (se privlačita), če pa sta enako nabita pa ju razdružuje. Coulomb je ugotovil tole: če se prvi naboj zmanjša na polovico, se pri enakih pogojih tudi sila zmanjša na polovico. Če pa se oba naboja zmanjšata za polovico, se sila (pri nespremenjeni oddaljenosti nabojev) zmanjša 4-krat.

### COULOMBOV ZAKON

Električna sila med naelektrenima kroglicama je premo sorazmerna s produktom nabojev obeh kroglic in obratno sorazmerna s kvadratom oddaljenosti njunih središč:

$$\mathbf{F} = \text{konst.} (\mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{e}_2) / r^2$$

r....oddaljenost njunih središč

Merska enota naboja e: C (coulomb = kulon) = As

$$\mathbf{F} = (\mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{e}_2) / (4 \pi \epsilon_0 r^2)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm (C}^2 / \text{Nm}^2\text{)}$$

### RAZLIKA MED SILO IN SILNICAMI ELEKTRIČNEGA POLJA

Električna silnica je krivulja, katere tangenta v vsaki točki kaže smer jakosti električnega polja, to je smer električne sile na pozitivni naboj. Silnice izhajajo iz pozitivnih nabojev in ponikujejo v negativnih.

Sila je vektor.

### NARIŠI SILNICE TOČKASTEGA NABOJA, DVEH TOČKASTIH NABOJEV IN SILNICE PRI PLOŠČATEM KONDENZATORJU

Slika

## 31. IZRAZ ZA ELEKTRIČNO POLJSKO JAKOST TOČKASTEGA NABOJA

$$\mathbf{E} = \mathbf{e} / (4 \pi \epsilon_0 r^2)$$

### KAKO IZRAČUNAMO ELEKTRIČNO POLJE V PRIMERU VEČ TOČKASTIH NABOJEV?

Celotna jakost električnega polja je rezultanta jakosti električnih polj, ki jih povzročajo posamezni naboji.

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 + \dots + \mathbf{E}_n$$

## 32. ZAPIŠI IZRAZ ZA DELO ELEKTRIČNE SILE!

$$\mathbf{A} = \mathbf{F}' \cdot \mathbf{s} = F \cos\varphi s = F h = e \mathbf{E} h = e U$$

### KAKŠEN JE ELEKTRIČNI POTENCIAL TOČKASTEGA NABOJA?

Električni potencial (V) je lastnost polja, njegovo spreminjanje s krajem je odvisno od nabojev iz okolice, ki ustvarjajo električno polje.

Potencial dane točke polja je električna potencialna energija, ki jo ima v tej točki delec z enoto naboja.

Merska enota el. potenciala je: J/C = V (volt)

$$W_e = e V$$

### KAJ JE ELEKTRIČNA POTENCIALNA ENERGIJA?

Električna potencialna energija ( $W_e$ ) je definirana tako, da je njena sprememba enaka delu električne sile. Ko se el. delec premakne z ene točke v drugo, opravi el. sila delo  $e U$ , kjer je  $U$  napetost med obema točkama, potencialna energija pa se zmanjša od  $W_{e1}$  na  $W_{e2}$ , tako da je:

$$W_{e1} - W_{e2} = e U$$

Električna potencialna energija med točkastimi naboji:  $W_e = e_1 e_2 / (4\pi\epsilon_0 r)$

## NARIŠI EKVIPOTENCIALNE PLOSKVE OKOLI TOČKASTEGA NABOJA!

Slika

## KAKŠNE SO EKVIPOTENCIALNE PLOSKVE PRI PLOŠČATEM KONDENZATORJU?

Sosednje točke električnega polja z enakim potencialom tvorijo t.i. **ekvipotencialno ploskev**.

Vse točke ekvipotencialne ploskve imajo enake potenciale. Če se naboj premika vzdolž ekvipotencialne ploskve, se njegova električna potencialna energija ne spreminja.

Pri ploščatem kondenzatorju so ekvipotencialne ploskve ravnine, vzporedne s ploščama. Tudi sami plošči sta ekvipotencialni ploskvi.

## 33. SKICIRAJ POTEK SILNIC ELEKTRIČNEGA POLJA V PLOŠČATEM KONDENZATORJU!

### KAKŠNA JE ZVEZA MED NABOJEM NA PLOŠČAH KONDENZATORJA IN NAPETOSTJO MED PLOŠČAMA?

Kondenzator je tem boljši, čim večji naboj  $e$  shranjuje ob čim manjši napetosti med ploščama.

Kapaciteto  $C$  kondenzatorja definiramo s kvocientom naboja in napetosti:

$$C = e / U$$

Kondenzator ima tem večjo kapaciteto, čim več naboja prejme pri dani napetosti med ploščama in/ali čim manjša je napetost med ploščama pri danem naboju.

Merska enota za  $C$ : 1 F (farad) = 1 C / V

### POJASNI ELEKTRIČNO INFLUENCO.

Električno polje deluje na električne delce v snovi tako, da se na površini snovi influirajo električni naboji; negativni tam, kjer silnice vstopajo v snov, pozitivni pa tam, kjer izstopajo iz snovi. Električno polje zaradi influiranih nabojev na območju snovi nasprotuje prvotnemu polju, zaradi česar električno polje oslabi.

### KAKO IZRAČUNAMO ELEKTRIČNO ENERGIJO KONDENZATORJA?

Delo  $A$ , ki ga opravi tok  $I$  (t), ustreza energiji, ki je naložena v nabitem kondenzatorju. Celotna energija je:

$$A = (R^2 C / 2) \cdot I^2$$

Ob upoštevanju Ohmovega zakona,  $U = I \cdot R$  dobimo enačbo:

$$A = 1/2 \cdot C \cdot U^2$$

## 34. KAJ RAZUMEŠ POD IZRAZOM ELEKTRIČNI TOK?

Električni tok pomeni bolj ali manj usmerjeno gibanje električnih delcev npr.: curek elektronov v katodni cevi, vodni slap, itd.

### V KATERIH SREDSTVIH LAHKO TEČE ELEKTRIČNI TOK?

V snovi je električni tok možen le, če je snov prevodnik, to je če vsebuje gibljive električne delce, npr. v kovini (ki vsebuje proste negativne elektrone) ali v raztopini elektrolita (gibljivi kationi s pozitivnim nabojem in negativnimi anioni). Električen tok je možen tudi v plinu (zrak), če le-ta vsebuje ionizirane molekule (ione).

$$I = \Delta e / \Delta t \text{ (A)}$$

### KAJ JE ELEKTRIČNA NAPETOST?



Električna napetost med začetno in končno točko v električnem polju pove delo, ki ga opravi električna sila med preходом enote naboja (1 C) od začetne do končne točke. Označimo jo z črko U.

$$U = Eh$$

Čim večja je napetost med dvema točkama v električnem polju, tem več dela opravi električna sila med prenosom naboja od ene točke do druge.

Merska enota: 1 V (volt) = 1 J/C

#### KAJ JE ELEKTRIČNI, KAJ PA SPECIFIČNI UPOR SNOVI

Električni upor snovi je sorazmernostna konstanta (R) med napetostjo in tokom. Odvisen je od vrste in velikosti prevodnika.

$$R = U / I \quad (1 \Omega \text{ (ohm)} = 1 \text{ V} / \text{A})$$

Specifični upor je snovna konstanta, določena kot sorazmernostni koeficient med električnim uporom vodnika in kvocientom njegove dolžine in preseka.

$$R = \zeta l / S \quad (\Omega \text{m ali } \Omega \text{mm}^2/\text{m})$$

R je upor vodnika z dolžino l in presekom S,  $\zeta$  pa je specifični upor.

#### ZAPIŠI OHMOV ZAKON!

Skozi prevodnik z uporom R teče tok I, če je med koncema prevodnika napetost  $U = IR$ . Ali drugače: če med koncema prevodnika, ki ima upor R, priključimo napetost U, teče skozi upornik tok  $I = U / R$ . (slika)

#### POJASNI TOKOVE IN NAPETOSTI PRI VZPOREDNI IN ZAPOREDNI VEZAVI UPOROV!

Če so uporniki zvezani drug z drugim **zaporedno**, teče skozi vsakega enako velik tok I, ki teče tudi skozi vir napetosti. Napetost U priključenega vira se porazdeli med upornika tako, da upornik z večjim uporom prevzame večji del ( $U_1$ ) celotne napetosti U, upornik z manjšim uporom pa manjšega ( $U_2$ ).

$$U = U_1 + U_2 = I \cdot R_1 + I \cdot R_2$$

Če upornike zvežemo **vzporedno**, je na vsakem od njih enako velika napetost (napetost vira).

Celotni tok I, ki teče skozi vir napetosti, se v razvejišču razdeli med vzporedno zvezane upornike: skozi upornik  $R_1$  teče tok  $I_1$ , skozi  $R_2$  tok  $I_2$  itd.

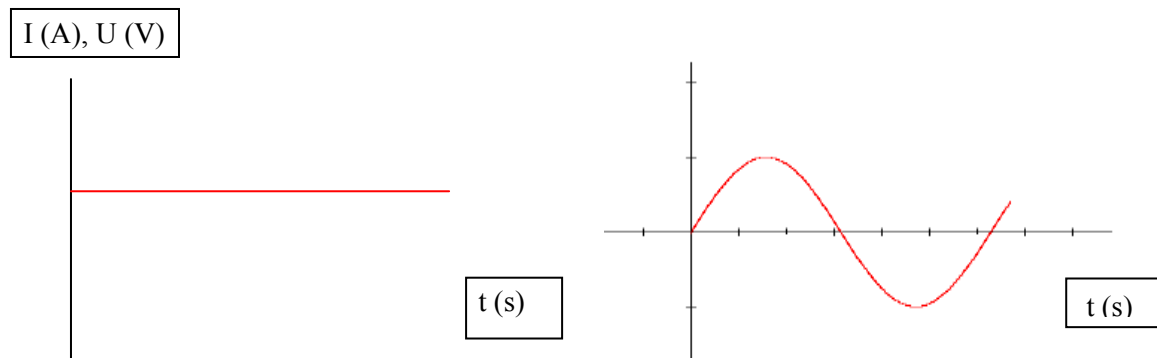
$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

**35.** Formula za električno moč enosmernega toka:  $P = IU = RI^2 = U^2/R$  Električna moč izmeničnega toka:  $P(t) = U_0 I_0 \sin^2 \omega t$ .

Enosmerni tok ves čas teče v isti smeri in je navadno konstanten (glej prvi spodnji graf). Izmenični tok pa se s časom spreminja kot funkcija sinus (glej drugi spodnji graf).

Pri zaporedni vezavi troši največjo moč tisti upornik z največjim uporom, pri vzporedni pa tisti z najmanjšim.

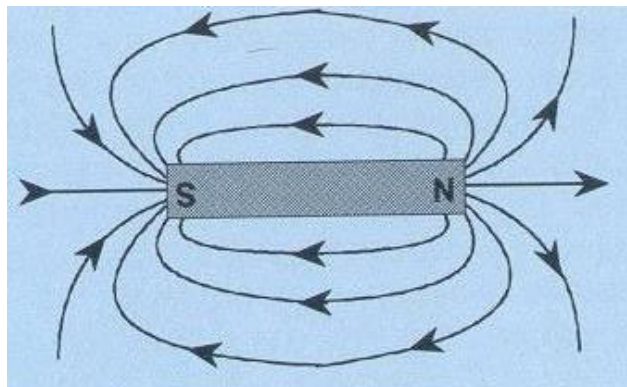
I (A). U (V)
--------------



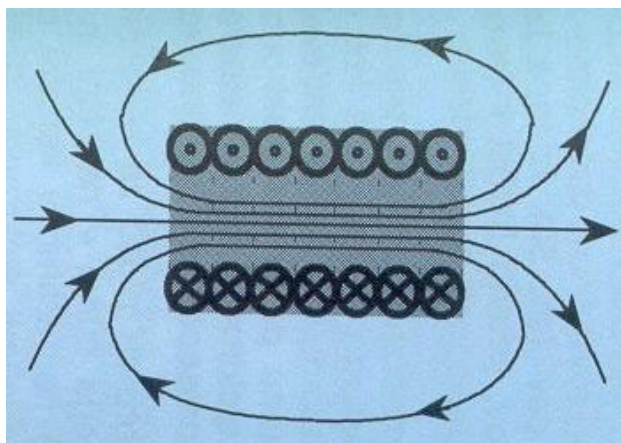
**36.** Električni tok merimo z ampermetrom, električno napetost pa z voltmetrom. Enota za tok je amper ( $A = C/s$ ), za napetost volt ( $V$ ), za upor pa ohm ( $\Omega = V/A$ ). Pri zaporedni vezavi so tokovi enako veliki ( $I = I_1 = I_2$ ), napetosti pa se seštevajo ( $U = U_1 + U_2$ ). Pri vzporedni vezavi pa so napetosti enako velike, tokovi se seštevajo.

**37.** Potek silnic statičnega magnetnega polja:

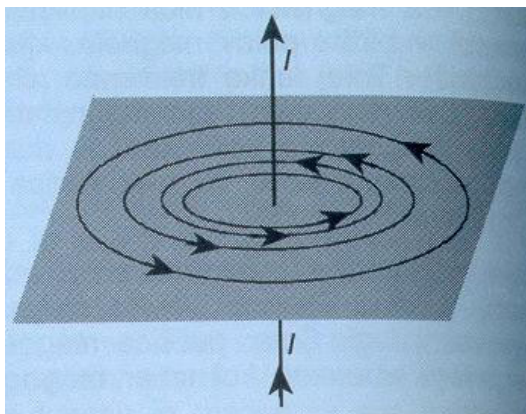
- **magneta:**



- **tuljave:**



- **vodnika:**



Gostota magnetnega polja okoli vodnika:  $B = \mu_0 I / (2\pi r)$ , pri čemer je  $\mu_0$  induksijska konstanta.

Silnice magnetnega polja lahko opazujemo s pomočjo železnih opilkov (glej internetno stran <http://www.p-ng.si/~arcon/fizika/okolje/vsebina/prosojnice/MagnetnoPolje-dipol.pdf>).

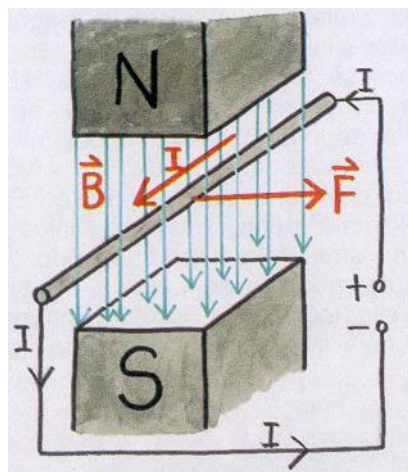
Magnetno polje pa najlažje zaznamo s pomočjo magnetov.

**38.** Smer magnetne sile na pozitiven delec: Če zavrtimo vektor hitrosti po najkrajši poti v smeri vektorja B, potem leze desni vijak v smeri magnetne sile na pozitiven naboj.

Obstoj magnetne sile na gibajoč električni naboj kaže spodnja slika:



Obstoj magnetne sile na električni vodnik, po katerem teče električni tok:



Magnetna sila na gibajoč električni naboj:  $F = evB \sin \alpha$ . Magnetna sila spreminja smer gibanja električnih delcev, je radialna sila, pravokotna na smer hitrosti električnih delcev. Magnetno silo uporabljamo v katodnih ceveh (monitorji, televizorji).

**39.** Sila med dvema vodnikoma:  $F = I_1 I_2 B = I_1 I_2 \mu_0 / (2\pi d)$ . Pri čemer je  $l$  razdalja med vodnikoma,  $d$  pa dolžina vodnikov. Sila med njima je privlačna, če tečeta tokova  $I_1$  in  $I_2$  v isto smer. Odbojna, ko tečeta v nasprotno.

Zvočnik oddaja zvoke s pomočjo spremenljivega magnetnega polja skozi tuljavo in s tem povzroča tresenje membrane.

**40.** Navor magnetne sile je odvisen od gostote magnetnega polja, od magnetnega momenta zanke/tuljave ( $p_m = IS$ ) in od lege zanke/tuljave na smer magnetnega polja.

Navor magnetne sile na pravokotno zanko v statičnem magnetnem polju:  $M = ISB$ .

Navor na tuljavo v magnetnem polju izkoristimo za merjenje toka, ki teče skozi tuljavo. Tak merilnik toka imenujemo ampermeter z vrtljivo tuljavico. Navor magnetne sile uporabljamo tudi v napravi, ki se ji reče galvanometer.

Delovanje kompasa: zaradi magnetnih silnic Zemlje se namagnetena igla vedno poravna vzporedno z njimi.

41. Indukcijsko napetost dobimo, če premikamo vodnik v magnetnem polju ali s premikom magnetnega pretoka skozi tuljavo.

Magnetni pretok:  $\Phi = B \cos \alpha$

V zanki se inducira napetost, če se magnetni pretok skozi zanko spremeni.

Indukcijski zakon:  $U_i = \Delta \Phi / \Delta t$  (Faradayev zakon)

42. Enačba potujočega sinusnega valovanja:  $y(x,t) = y_0 \sin(\omega t - kx)$ , pri čemer so:

$y_0$  ..... amplituda nihanja

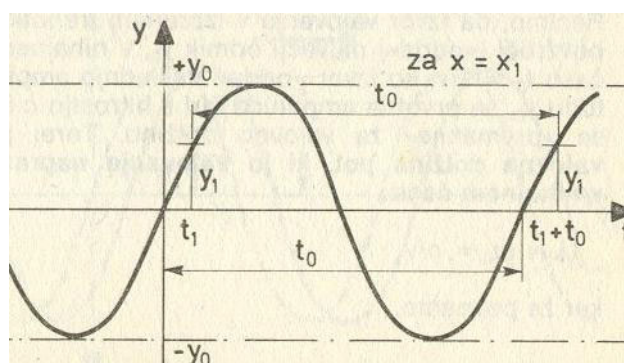
$k = 2\pi/\lambda$  ..... valovni vektor (1/m)

$\omega = 2\pi\nu$  ..... krožna frekvenca

Hitrost valovanja:  $c = \lambda\nu$ , pri čemer sta:

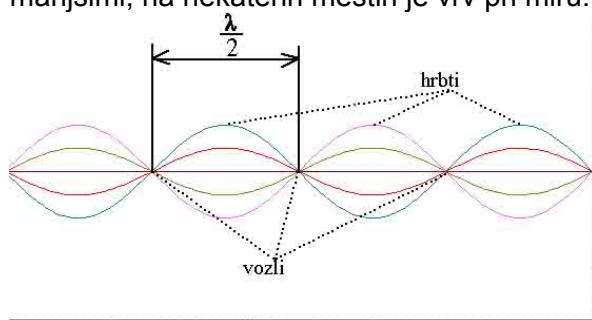
$\nu$  ..... frekvenca valovanja, obratna vrednost nihajnega časa  $t_0$

$\lambda$  ..... valovna dolžina, razdalja med dvema hriboma ali dolinama, pot, ki jo valovanje napravi v nihajnem času



#### 43. Stojече valovanje:

Po vrvi se širi potujoče harmonično valovanje in iz nasprotni smeri še eno enako valovanje. Hribi in doline se stalno izmenjujejo in opazujemo **interferenco\***. Vsak delček se v vsakem trenutku odmakne tako, kakor narekujejo obe valovanji skupaj. Videti je, kot da valovanja na vrvi ne potujeta, ampak vsi delčki na vrvi nihajo sočasno, eni z večjimi amplitudami, drugi z manjšimi, na nekaterih mestih je vrv pri miru. Dobimo stojече valovanje.



Na vrvi opazimo mesta kamor sočasno prihajata vrhova ali dolini obeh valovanj – valovanji sta v *fazi*. Vrv tam niha z dvojno amplitudo. Takšna mesta na vrvi imenujemo **hribti** stojčega valovanja. Med dvema hribtoma na vrvi je točka, kamor obe valovanji prihajata v nasprotni fazi – ko je eno potujoče valovanje z vrhom, je drugo v dolini. Vrv na teh mestih praktično miruje. Take točke na vrvi imenujemo **vozli** stojčega valovanja. Razmik med dvema vozlioma je enak polovični valovni dolžini valovanja  $\lambda/2$ .

Stojече valovanje najlažje dobimo, če sinusno valovanje potuje po vrvi, se na koncu vrvi odbije in potuje nazaj. Če ni energijskih izgub, je odbito valovanje enako vpadnemu, le potuje

v nasprotni smeri. Stojee valovanje opazimo tudi v drugih sredstvih: na vzmeti, na vodni površini, zvok v zraku...

### Lastno nihanje strune

Kakšna stojee valovanja lahko nastanejo na napeti vrvi ?

1. Na enem koncu vzbujamo valovanje vrvi, ki je na drugem koncu vpeta. Pri nekaterih frekvencah opazimo stojee valovanje. Na privezanem koncu je vedno vozal stojeeega valovanja, saj se tam vrv ne more odmakniti.
2. Stojee valovanja lahko vzbudimo na struni, ki je vpeta na obeh koncih, tako, da nekje na struni vzbudimo nihanje. Stojee valovanje dobimo pri točno določenih frekvencah. Na obeh vpetih krajišči ima stojee valovanje vozal. Govorimo o **lastnih nihanjih strune**.

Lastno nihanje, ko pri največji valovni dolžini struna niha z najmanjšo frekvenco, imenujemo **osnovno lastno nihanje**, Vsa stojee valovanja z manjšo valovno dolžino (večjo frekvenco) imenujemo **višjeharmonična nihanja**.

Lastne frekvence nihanja strune, ki je vpeta na obeh koncih, lahko zapišemo

$$v_n = \frac{1}{2} (N+1)c/L \quad \dots \text{ za } N=0,1,2,3,4,\dots$$

Osnovna lastna frekvenca nihanja strune je tem večja, čim krajša je struna in s čim večjo silo je struna napeta.

Pri večji sili je hitrost valovanja na struni večja. Kar velja za struno, ki je na obeh koncih vpeta, velja tudi za druga lastna nihanja: na obeh koncih podprti mostovi, zvočno valovanje v zaprti cevi (piščali)...

### Transverzalno gibanje

...je motnja v telesu, pri kateri se delci telesa premikajo iz ravnovesne lege prečno glede na smer širjenja motnje. Transverzalno valovanje se lahko širi le skozi telesa ki ohranjajo obliko.

### longitudinalno valovanje

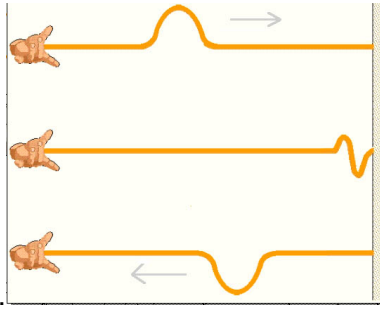
...delci se iz ravnovesne lege premikajo v isti smeri kot se širi val. V snovi nastajajo zgoščine (povečana gostota) in razredčine, ki potujejo skozi snov z hitrostjo valovanja

\*Pojav, pri katerem imamo dva različna nihanja na isti vrvi. Nihanje se lahko ob tem pojavu podvoji lahko pa tudi popolnoma izniči.

### 44. Odboj valovanja:

Primer transverzalnega valovanja je valovanje na napeti vrvi (žici, struni). Vrv napnemo tako, da en konec vrvi pritrdimo ob steno, krajišče je vpeto. Na drugem koncu vrvi pa povzorčimo motnjo, ki potuje po vrvi. Če motnja potuje kot vrh, se po odboju na vezanem koncu vrača nazaj kot dolina. Velja tudi obratno, če potuje kot dolina se po odboju vrača kot vrh.





Če vrv vpneemo tako, da konec vrvi lahko niha v prečni smeri (da je eno krajišče prosto). Na drugem koncu povzročimo motnjo in opazujemo odboj. Vrh se vrača kot vrh. Ko vznožje vrha prispe do prostega krajišča, se prosti konec vrvi premakne do vrha in nazaj. Motnja v obliki vrha se se po odboju vrne v obliki vrha.

Valovanje se ne odbije samo na ostrih mejah dveh sredstev, ampak vedno tam, kjer se spremeni hitrost valovanja.

Ugotovitve pri odboju motnje na prostem in vezanem koncu vrvi lahko uporabimo tudi za valovanja v drugih sredstvih.

Valovanje se delno širi v drugo sredstvo, delno pa se odbije. Za odbiti del velja pravilo vpetega krajišča, če je hitrost valovanja v drugem sredstvu manjša kot v prvem  $c_2 < c_1$

Če pa je hitrost valovanja v drugem sredstvu večja kot v prvem  $c_2 > c_1$  se del valovanja odbije kakor pri prostem krajišču.

Trditvi lahko preverimo, če zvežemo dve vrvi, debelo in tanko. Ko povezani vrvi napnemo s skupno silo, je hitrost valovanja na debelejšem delu manjša.

### Lom valovanja

Ko valovanje naleti na mejo dveh sredstev, se del valovanja širi v drugo sredstvo. Svetlova se v vsaki snovi širi počasneje kot v vakuumu. Za steklo, vodo in druge snovi ne navajamo za hitrost svetlobe, ampak povemo razmerje med hitrostjo svetlobe v vakuumu ( $c_0$ ) in hitrostjo svetlobe v snovi ( $c$ ): Definiramo lomni količnik snovi. Lomni količnik nima enote  $n = c_0/c$

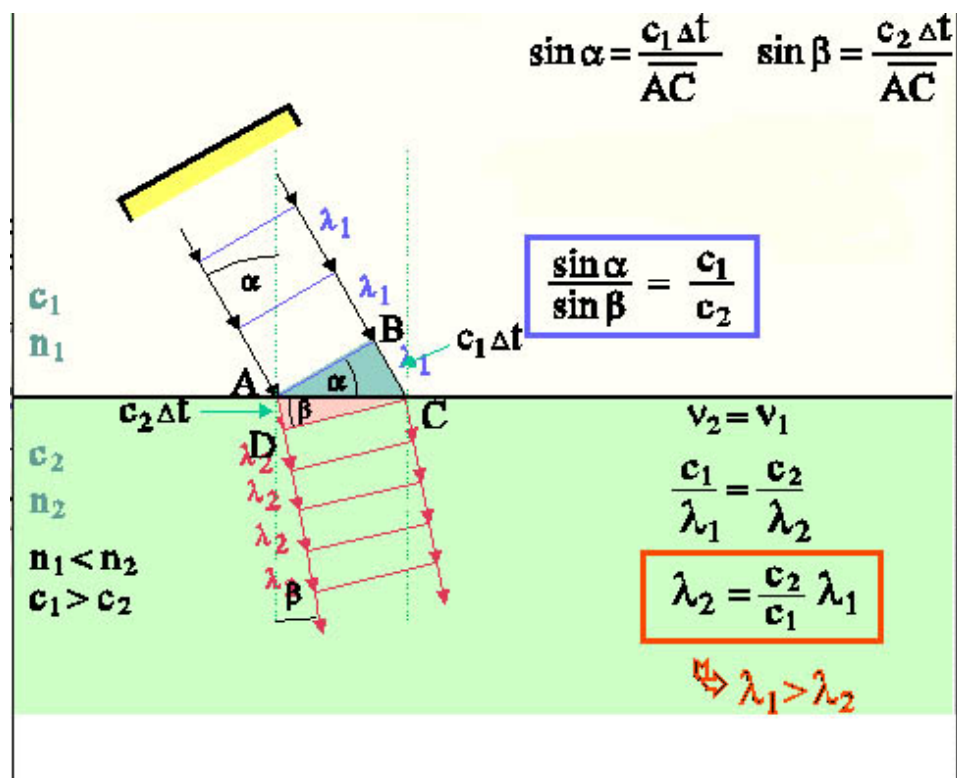
Opazujemo valovanje, ki pada pod kotom  $\alpha$  iz optično redkejšo v optično gostejšo snov ( $n_1 < n_2$ ). V prvi snovi je hitrost valovanja večja kakor v drugi ( $c_1 > c_2$ ). Opazujemo valovanje med dvema žarkoma. Frekvenca valovanja  $\nu$  se po prehodu valovanja iz ene snovi v drugo ne spremeni ( $\nu = \text{konstanta}$ ). Spremeni se valovna dolžina, saj se spremeni hitrost valovanja ( $\lambda = c/\nu$ ). Valovanja v enakem času prepotujejo različne razdalje v prvi oziroma v drugi snovi. Razmik med valovnimi črtami je večji v snovi, kjer je hitrost večja.

Zakon : Razmerje sinusov vpadnega kota in lomnega kota je enako razmerju hitrosti valovanj v enem in drugem sredstvu oziroma obratno sorazmerno z razmerjem lomnih količnikov

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} \quad \text{ali} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Valovanje se pri prehodu iz optično redkejšega v optično gostejše sredstvo lomi proti vpadi pravokotnici ( $\beta < \alpha$ ) in obratno. Pri lomu valovanja se vedno spremeni valovna dolžina, večja je v sredstvu kjer je večja hitrost

$$\lambda_1/\lambda_2 = c_1/c_2$$



### Totalni odboj

Med prehodom iz optično gostejše snovi v optično redkejšo snov ( $n_2 < n_1$ ) se žarek lomi proč od vpadne pravokotnice, lomni kot  $\alpha_1 = \alpha_t$  se npr. Lomni kot  $\alpha_2$  poveča na  $90^\circ$ , kar pomeni da se žarek lomi ravno vzdolž mejne ploskve. Če je vpadni kot le malo večjo od  $\alpha_t$ , žarek ne more preiti v drugo snov, pač pa se na mejni ploskvi totalno (popolno odbije) tako, da je odbojni kot enak vpadnemu. Mejni kot  $\alpha_1 = \alpha_t$ , pri katerem se žarek lomi vzdolž meje, se imenuje kot totalnega odboja; odvisen je od lomnih količnikov  $n_1$  in  $n_2$ , na obeh straneh meje; izračunamo ga iz lomnega zakona za  $\alpha_1 = \alpha_t$

### Uporaba loma svetlobe

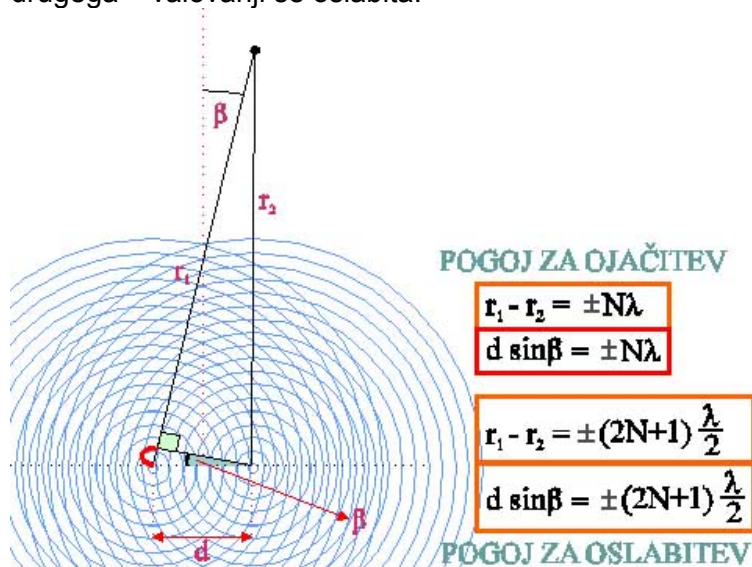
Za spektrometer – razčlenimo svetlobo na barvne komponente in vidimo njeno sestavo.

### Uporaba totalnega odboja

Svetlobni vodniki (kao optični kabli)



45. Pri površinskem valovanju (vodna gladina) in pri prostorskem valovanju (zvok) lahko dve valovanji prihajata iz poljubnih smeri v ravnini oz. prostoru. Delček sredstva, po katerem se valovanje širi (voda ali zrak) je v vsakem trenutku odmaknjen iz mirovne lege tako, kakor narekujejo prvo in drugo valovanje skupaj. Na nekaterih mestih obe valovanji istočasno prihajata z vrhom, istočasno z dolino in tam so odmiki dvakratni – valovanji se ojačita. Na drugih mestih v ravnini oz. prostoru pa istočasno prihajata vrh enega valovanja in dolina drugega – valovanji se oslabita.



Na površini oziroma sredstvu v prostoru se zaradi interference dveh valovanj pojavijo pasovi ojačitve in pasovi oslabitev.

Do ojačitve pride v tistih točkah, kjer je razdalja do obeh izvirov enaka ( $r_1=r_2$ ) ali kjer je razlika med razdaljama do izvirov cel mnogokratnik valovne dolžine valovanja v sredstvu:  
 $r_1 - r_2 = (+/-) N \lambda$        $N = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

Do oslabitev pride v tistih točkah, kjer je razlika med razdaljama do izvirov mnogokratnik polovične dolžine valovanja v sredstvu. Predznak +/- je zaradi simetrije  
 $r_1 - r_2 = (+/-) (2N + 1) \lambda / 2$        $N = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

Zapisani zvezi veljata, če vzbujamo valovanje na obeh izviroh sočasno (v fazi), iz obeh izvirov izhajata hkrati vrhova in hkrati dolini (oziroma pri zvoku zgoščini in razredčini)

Razdalja med izvirom in mestom, kjer opazujemo ojačitve in oslabitve pri interferenci dveh valovanj je lahko velika – mnogo večja kot razmik med izvirova ( $d$ ).

Pogoja zapišemo :

Za ojačitev  $d \sin \beta = (+/-) N\lambda$        $N = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

Za oslabitev  $d \sin \beta = (+/-) (2N+1) \lambda / 2$        $N = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$

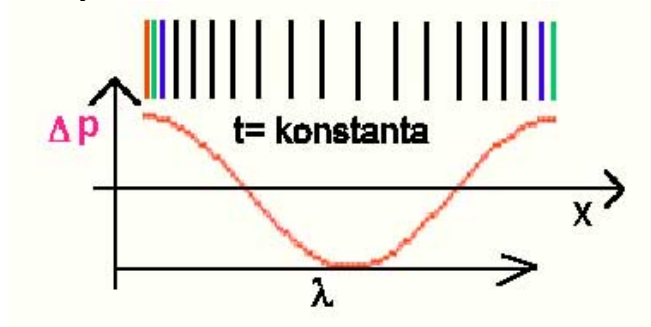
S številom  $N$  povemo red ojačitve. Med dvema ojačitvama je vedno ena oslabitev valovanja.

### **Zakaj je CD plošča mavričnih barv ?**

Zdi se mi, da je poanta v lomu svetlobe, ki je razložen v odgovoru na vprašanje 44.

#### 46. Zvok :

Zvočno valovanje nastane, ko zatresemo struno, opno ali drugo telo in se tresljaji prenesejo na okolico. Zvok je longitudinalno valovanje, razširja se v sredstvih z izmenjavanjem zgoščin in razredčin, ki so nastale ob tresljajih zvočila – strune, opne . Longitudinalno valovanje se razširja v plinih, kapljevinah in trdnih snoveh; v praznem prostoru se longitudinalno valovanje ne razširja. Na poljubnem mestu v sredstvu (v zraku, v vodi, v kovini...), kjer se razširja zvočno valovanje, deli zraka (vode, kovine) nihajo okrog mirovne lege. Izmenjujejo se zgoščine, kjer se poveča tlak (oziroma gostota) in razredčine, kjer se tlak in gostota zmanjšata.



#### Kakšna je razlika med zvokom in svetlobo ?

Svetloba je elektromagnetno valovanje, zvok pa valovanje nekega medija.

**Kje se lahko širi zvok?** – povedano zgoraj. Najhitreje se širi v trdnih, slabo stisljivih snoveh.

**Se lahko širi v praznem prostoru?** NE, medtem ko svetloba se lahko

#### Kako je definirana jakost zvoka ?

Definirana je z decibeli [dB].  $J = 10 \log (j / j_0)$ .

$j_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  .....spodnja meja slišnosti človeka

Herci [Hz] so nihaji na sekundo

Slišno območje človeka je od 20Hz do 20.000Hz.

Manj od 20Hz je infrazvok, več od 20.000Hz je ultrazvok.

#### Dopplerjev pojav

Če se nam približuje avto s sireno z veliko hitrostjo, slišimo višjo frekvenco sirene, kot če avto miruje ali se oddaljuje od nas. Frekvenca zvoka, ki jo zazna sprejemnik, je odvisna od hitrosti gibanja oddajnika in od hitrosti gibanja sprejemnika. Ta pojav imenujemo Dopplerjev pojav.

Izvor naj oddaja v prostor zvočno valovanje (ton) s stalno frekvenco  $\nu_0$  . Valovanje v prostoru ponazorimo s potovanjem valovnih ploskev v razmiku valovne dolžine  $\lambda_0$ . Če sprejemnik zvoka nekje v prostoru miruje glede na oddajnik , prihajajo valovne ploskve v enakomernih časovnih razmiki  $t_0$  – sprejemnik zazna enako frekvenco zvoka, kot jo izvor oddaja. Hitrost zvoka  $c$  je odvisna od sredstva, ni odvisna od frekvence izvora.

$$\lambda_0 = c t_0$$

$$\lambda_0 = c / \nu_0$$

Ko se **oddajnik približuje** s hitrostjo  $v$  , prihajajo valovne ploskve do sprejemnika bolj pogosto, frekvenca zvoka  $\nu$  , ki jo zaznava sprejemnik, se poveča ( $\nu > \nu_0$ ). Valovne ploskve prepotujejo v enem časovnem intervalu oddajnika pot valovne dolžine  $\lambda_0 = c t_0$ . V istem času  $t_0$  se oddajnik približa za razdaljo  $v t_0$  in do sprejemnika prihajajo valovne ploskve v razmiki  $\lambda = c t_0 - v t_0$ .

Iz zveze med frekvenco, valovno dolžino in hitrostjo valovanja ( $= c / \lambda$ ) dobimo

$$v = \frac{v_0}{(1 - v/c)}$$

...če se **oddajnik oddaljuje**, se razmiki med valovnimi ploskvami, ki prihajajo na sprejemnik, povečajo in se frekvenca zvoka zmanjša

$$v = \frac{v_0}{(1 + v/c)}$$

### **Sprejemnik se giblje**

Če se sprejemnik oddaljuje od izvora se umika valovnim ploskvam, tako, da so časi med dvema srečanjima z valovno ploskvijo daljši in frekvenca manjša.

$$v = v_0 (1 + v/c) \dots \text{sprejemnik se približuje izvoru}$$
$$v = v_0 (1 - v/c) \dots \text{sprejemnik se oddaljuje od izvora}$$

**Povečevanje ali zmanjšanje frekvence valovanja (dopplerjev pojav) opazimo tudi pri drugih valovanjih : na vodni gladini, pri svetlobi...**

**Kadar se giblje izvor in sprejemnik , dvakrat uporabimo zgornje izraze.**

**47. Elektromagnetna valovanja :** radijski in televizijski valovi, mikrovalovi, infrardeča svetloba, vidna svetloba, ultravijolična svetloba, rentgenski žarki, gama sevanja.

### **Kako si ga predstavljam ?**

Električno in magnetno valovanje sta druga na drugo pravokotni. Minimume in maksimume imata vzporedne.

### **Valovna dolžina, frekvenca, hitrost valovanja ?**

**Glej vprašanje 42.**

### **Fizeaujev način merjenja hitrosti svetlobe?**

Fizeaujev poskus: Vrtimo kolo z zobci na katere pada curek svetlobe, ki pa se na drugi strani odbije od zrcala in pri določeni hitrosti vrtenja kolesa svetlobni curek ne pride več skozi isto režo, pač pa se zaleti v zobec. Tako je Fizeau izračunal hitrost svetlobe.

### **Ali je hitrost svetlobe odvisna od snovi v kateri se širi?**

Da.

### **Kaj je lomni kvocient?**

Glej vprašanje 44.

**MANJKAJO ODGOVORI OD 48 - 52!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!**