2. VPRAŠANJA O ZNAČILNOSTIH FIZIKALNEJA OPISA NARAVE

2.1 Kaj je osnovna značilnost fizikalnega popisa narave?

Osnovne značilnosti fizikalnega popisa narave so:
- dolžina (osnovna enota je meter $[m]$)
- masa (osnovna enota je kilogram $[kg]$)
- čas (osnovna enota je sekunda $[s]$)

S temi fizikalnimi količinami lahko fizikalno opišemo osnovne značilnosti narave.

2.2 Kako opredelimo (definiramo) fizikalno količino in kako predstavljamo rezultate meritev?

Fizikalno količino opredelimo glede na lastnosti snovi in njihovo obnašanje, s pomočjo osnovnih fizikalnih količin.
Rezultate meritev predstavljamo v: tabelah, z grafi; lahko pa jih izrazimo tudi z absolutno in relativno napako.

2.3 Katere so osnovne in katere izpeljane fizikalne količine?

Osnove fizikaalne količine so:
- dolžina (osnovna merska enota je meter $[m]$)
- čas (osnovna merska enota je sekunda $[s]$)
- masa (osnovna merska enota je kilogram $[kg]$)
- temperatura (osnovna merska enota je stopinja $[st,°]$)
- električni tok (osnovna merska enota je amper $[A]$)

Vse ostale fizikalne količine lahko izpeljemo iz osnovnih fizikalnih količin.

2.4 Kako so opredeljene količine: dolžina, masa in čas?

Opredelimo jih z osnovnimi merskimi enotami:
- dolžina: meter $[m]$
- masa: kilogram $[kg]$
- čas: sekunda $[s]$

2.5 Katera je splošna značilnost fizikalnega zakona? Zakaj uporabljamo fizikalne zakone?

Fizikalni zakon razvijemo iz predpostavke, ki jih potrdijo različni eksperimenti. Če našo teorijo potrdijo različni eksperimenti, jo lahko smatramo kot pravilno in jo tudi poznejša odkritja ne morejo ovreči; lahko jo le dopolnjujejo in razširjajo.
Fizikalne zakone uporabljamo za fizikalni opis naravnih pojavov. Zakoni te pojve povezujejo v logično celoto.

2.6 Kako je opredeljena povprečna vrednost merjene količine, absolutna napaka in relativna napaka? Kako zapišemo rezultate merjenj, če napake ne poznamo? Kaj je red velikosti?

- Povprečna vrednost: $\bar{l} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} l_i$

  Vsota posameznih meritev deljena s številom meritev je povprečna vrednost merjene količine.
- Absolutna napaka: $l = \bar{l} \pm \delta l$; δl - absolutna napaka

  $$\delta l = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\Delta l_i)^2}$$

  $$\Delta l_i = \bar{l} - l_i$$
- Absolutna napaka je vsota kvadratov odstopanj meritev od povprečne vrednosti, deljena s številom meritev (pod korenom).
- Relativna napaka: $l = \bar{l}\left(1 \pm \frac{\delta l}{\bar{l}}\right)$; $\frac{\delta l}{\bar{l}}$ - relativna napaka

  Relativna napaka je absolutna napaka deljena s povprečno vrednostjo.
- Če napake ne poznamo, napišemo rezultate merjenj le do mesta, kjer pričakujemo odstopanja.
- V isti red velikosti spadata števili, ki imata enaki enoti in se razlikujeta za manj kot 10^1.

povprečna vrednost:

3. VPRAŠANJA IZ KINEMATIKE

3.1 Kako z eksperimenti pokažemo Newtonove zakone? Kako merimo sile?

- 1.Newtonov zakon: Ko so vplivi, ki delujejo na telo (masno točko) uraynovešeni, je gibanje premo in enakomerno.

VOZIČEK NA ZRAČNI BLAZINI + ZASLONKE URA

TELO VZTRAJA V STANJU MIROVANJA ALI PREMEGA ENAKOMERNEGA GIBANJA, ČE SO ZUNANJI VPLIVI KI NANJ DELUJEJO URAVNOVEŠENI

$$\overline{F} = 0 \Rightarrow \overline{a} = 0$$

Poskus: Voziček se na zračni blazini giblje enakomerno. To izmerimo tako, da merimo časovne intervale, v katerih telo prepotuje enake poti. Ker so časovni intervali enaki, se telo gibje enakomerno in je vsota vseh sil, ki delujejo na telo enaka nič.

- 2.Newtonov zakon: Vsota sil, ki delujejo na telo je enaka produktu mase telesa in pospeška telesa.

$$\overline{F} = m\overline{a}$$

Poskus?

- 3.Newtonov zakon: Če neko telo povzroči silo na drugo telo, povzroči drugo telo silo z isto smerjo, velikostjo in nasprotno usmerjenostjo na prvo telo.

$$\overline{F_{12}} = -\overline{F_{21}}$$

Poskus: Dva vozička (enaki masi vozičkov) na zračni blazini se gibljeta eno proti drugemu z enako velikima, a nasprotnima hitrostima in se prožno odbijeta drug od drugega. Po trku potujeta z enakima hitrostima drug od drugega.

3.2 Kako izpeljemo Newtonov gravitacijski zakon? ZVEZEK

$$F = ma = mr\omega^2 = mr\frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$K = \frac{r^3}{T^2};\ \overline{T} = m\overline{g};\ \overline{g} = 9{,}81\frac{m}{s}$$

$$F = \frac{mr}{r^3}4\pi^2 K = \frac{mM}{r^2}4\pi^2\frac{K}{M}$$

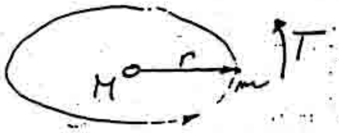
$$4\pi^2\frac{K}{M} = \chi$$

Newtonov gravitacijski zakon:

$$F = \chi\frac{mM}{r^2};\quad \chi = 6{,}65\cdot 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$$

K – Keplerjeva konstanta

χ - gravitacijska konstanta



$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$F = m \cdot a_r = m \cdot r \cdot \omega^2 = m \cdot r \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$$

izkoristimo Keplerjev zakon

$$K = \frac{r^3}{T^2} = konst.$$

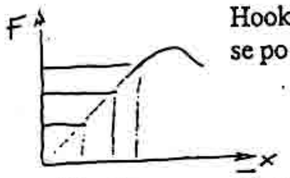
$$F = m \cdot r \cdot \frac{4\pi^2 K}{r^3} = \frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot K}{r^2}$$

$$\chi = 4\pi^2\frac{K}{M}$$

$$F = \frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot K \cdot M}{r^2 \cdot M} = \chi\frac{m \cdot M}{r^2}$$

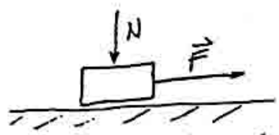
3.3 Značilnosti sile vzmeti in sile trenja?

- Vzmet: $\overline{F} = -K\dot{x} \rightarrow$ Hookov zakon; $[K] = \frac{N}{m}$



Hookov zakon velja v območju elastičnih deformacij (do takrat, ko se po obremenitvi telo vrne v začetni položaj).

- Trenje: $\overline{F} = k\overline{N}$; k - koeficient trenja (neimenovano število)
  $\overline{F}$ - vlečna sila



Trenje je neodvisno od velikosti stičnih površin, ampak le od $\overline{N} = mg$ (za ravno podlago) in koeficienta trenja, ki je za različne materiale (in njihove obdelave) različen.

3.4 Kako opisujemo relativno gibanje? Definicija vztrjnostne sile. Kako na osnovi eksperimentov pridemo do centrifugalne in Coriolisove sile?

- Relativno gibanje opisujemo glede na koordinatni system, ki se tudi giblje glede na absolutni koordinatni system (sistemsko gibanje). Zveza med posamezno količino, ki jo opisujemo iz mirujočega koordinatnega sistema (indeks 't') in ustrezno vrednostjo v gibajočem sistemu (indeks 'rel'), katerega osi so vzporedne koordinatnim osem mirujočega sistema. Izhodišče pa je podano z $\overline{r_s}, \overline{v_s}, \overline{a_s}$ se

  zapiše kot:
  $$\overline{r_t} = \overline{r_s} + \overline{r_{rel}}$$
  $$\overline{v_t} = \overline{v_s} + \overline{v_{rel}}$$
  $$\overline{a_t} = \overline{a_s} + \overline{a_{rel}}$$
- Vztrajnostna sila: $\overline{F} = -m\overline{a}$
  Je vedno nasprotna smeri pospeška gibajočega koordinatnega sistema in jo vpeljemo za računanje glede na gibajoči koordinatni sistem, da veljajo Newtonovi zakoni.
- Centrifugalna in Coriolisova sila?

$F_{cf} = m \cdot \omega \times (r \times \omega)$

$F_c = 2m(v_r \times \omega)$

iztekanje vode v lijak
vzhod-padanje kamna v jašek (zaradi gibanja zemlje)

če spustimo kroglico po vrteči se plošči, vidimo, da nam kroglica pusti zavito liso.

3.5 Kako je definirana gibalna količina masne točke in kako je povezana s sunkom sile?

- Gibalna količina je definirana kot product mase in hitrosti točke:

$$\overline{G} = m\overline{v}$$

- Sunek sile pa je sprememba gibalne količine:

$$\Delta\overline{G} = \overline{G_2} - \overline{G_1} = \int_{t_1}^{t_2} \overline{F}(t)dt$$

2. 3.6 Kako je definirano mason središče in kako dobimo iz njega izraz za gibalno količino sistema ter pospešek središča?

$$m\overline{r_c} = \sum_{i=1}^{\nu} m_i \overline{r_i}$$

$$\overline{r_c} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{\nu} m_i \overline{r_i}$$

$$\frac{dm\overline{r_c}}{dt} = \sum_{i=1}^{N} m_i \frac{d\overline{r_i}}{dt} = \sum_{i=1}^{N} m_i \overline{v_i} = \sum_{i=1}^{N} \overline{g} = \overline{G}$$

$\overline{G}$ - gibalna količina

$$m\overline{v_c} = \sum_{i=1}^{N} m_i \overline{a_i}$$

$$m\frac{d\overline{v_c}}{dt} = m\overline{a_c} = \sum_{i=1}^{N} m_i \overline{a_i} = \sum_{i=1}^{N}\left(\overline{F_i} + \sum_{j\neq i}^{N} \overline{f_{ij}}\right) = \sum_{i=1}^{N} \overline{F_i} = \overline{F}$$

$$m\overline{a_c} = \overline{F}$$

$$\overline{a_c} = \frac{\overline{F}}{m}$$

$\overline{a_c}$ - pospešek središča

$$m \cdot \vec{r_c} = \sum_{i=1}^{N} m_i \cdot \vec{r_i}$$

$$m \cdot \frac{\vec{r_c}}{dt} = \sum_{i=1}^{N} m_i \cdot \vec{v_i}$$

$$m \cdot d\vec{v_c} = \sum_{i=1}^{\nu} \cdot m_i \cdot \vec{v_i}$$

$$m \cdot \frac{d\vec{v_c}}{dt} = \sum_{i=1}^{N} m_i \frac{\vec{v_i}}{dt}$$

$$m \cdot \vec{a_c} = \vec{F}$$

$$\vec{a_c} = \frac{\vec{F}}{m}$$

3.7 Izpelji izraz za silo curka.

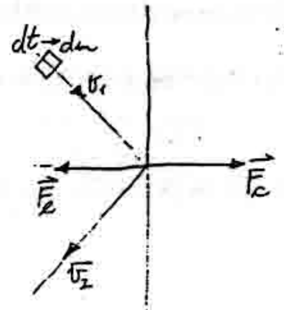
$$d\vec{G} = dm(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

$$\frac{d\vec{G}}{dt} = \vec{F}_l = -\vec{F}_c$$

$$\vec{F}_c = \frac{dm}{dt}(\vec{v}_1 - \vec{v}_2) = \Phi_m(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$$

$$\Phi_m = \frac{dm}{dt}; [\Phi_m] = \frac{kg}{s}$$

Φ_m - masni pretok (fluks)



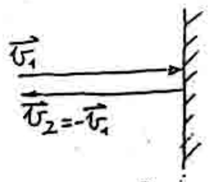
$$d\vec{G} = dm(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

$$\frac{d\vec{G}}{dt} = \vec{F}_l = -\vec{F}_c$$

$$\vec{F}_c = \frac{dm}{dt}(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$$

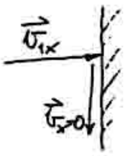
$$\vec{F}_c = \phi_m(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$$

$$\vec{F}_c = \Phi_m(\vec{v}_1 - \vec{v}_2) = 2\Phi_m \vec{v}$$



$$\vec{F}_c = 2\phi_m \cdot \vec{v}$$

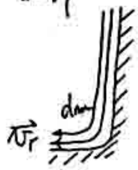
$$\vec{F}_c = \Phi_m \vec{v}_{1x}$$



$$\vec{F}_c = \phi_m \cdot \vec{v}_{1x}$$

$$\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -\vec{v}_r$$

$$\vec{F}_c = \Phi_m \vec{v}_r$$



$$\vec{v}_1 - \vec{v}_2 = -\vec{v}_r$$

$$\vec{F}_c = \phi_m \cdot \vec{v}_r$$

3.8 Kako sta definirana vrtilna količina masne točke in vrtilni moment ter relacija med njima?

- Vrtilna količina masne točke je vektorski product krajevnega vektorja in gibalne količine masne točke.

$$\vec{\Gamma} = \vec{r} \times \vec{G}$$

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

- Vrtilni moment je vektorski product krajevnega vektorja in sile.

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = \frac{d\vec{\Gamma}}{dt}$$

Odvod vrtilne količine po času je vrtilni moment.

$$\frac{d\vec{\Gamma}}{dt} = \vec{r} \times \frac{d\vec{G}}{dt} = \vec{r} \times \frac{dm \cdot \vec{v}}{dt} = \cancel{\vec{r} \times dm} \; \vec{r} \times (\vec{a} \cdot m) = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{M}$$

3.9 Kako je definirana vrtilna količina sistema masnih točk in od česa je odvisen njen odvod.

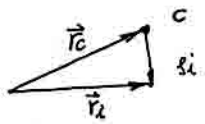
- Vrtilna količina sistema masnih točk je vsota vektorskih produktov krajevnih vektorjev posameznih točk in gibalnih količin posameznih točk.

$$\vec{\Gamma} = \sum_{i=1}^{N} \overline{r_i} \times \overline{G_i}$$

- Odvod vrtilne količine po času je vrtilni moment, ki je odvisen le od zunanjih sil.

$$\frac{d\overline{\Gamma}}{dt} = \overline{M} = \sum_{i=1}^{N} \overline{r_i} \times \overline{F_i}$$

3.10 Kako opisujemo gibanje sistema masnih točk s pomočjo težišča?



$$\vec{\Gamma} = \vec{r}_c \times \vec{G} + \sum_i \Gamma_i^* = \underline{\vec{r}_c \times G + \vec{\Gamma}^*}$$

$$\vec{M} = \vec{r}_c \times \vec{F} + \vec{M}^*$$ moment glede na težišče

$$\frac{d\vec{\Gamma}^*}{dt} = \vec{M}^*$$

4 Vprašanja o gibanju masne točke

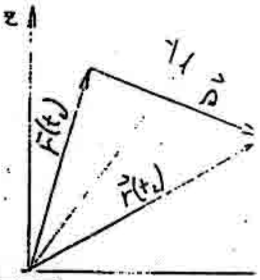
4.1 KDAJ SE MASNA TOČKA GIBLJE IN KATERE MERITVE MORAMO OPRAVITI PRI FIZIKALNEM POPISU GIBANJA ?

Masna točka se giblje, če se njena lega v prostoru spreminja s časom.
Za fizikalen popis gibanja moramo poznati začetne koordinate točke v prostoru in kako se le te spreminjajo s časom.

4.2 KAKO SPLOŠNO POPIŠEMO GIBANJE MASNE TOČKE V PROSTORU ?

$$\vec{r} = \vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$$

$$\vec{r}(t_2) = \vec{r}(t_1) + \vec{s}$$



4.3 KAKO STA DEFINIRANI POVPREČNA IN TRENUTNA HITROST IN KAKO LEŽITA GLEDE NA TRAJEKTORIJO ?

trenutna hitrost: $\vec{v}(t_1) = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\vec{r}(t_1 + \Delta t) - \vec{r}(t_1)}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{r}}{dt} = \dot{\vec{r}}$

$\vec{v}(t_1) = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\vec{r}(t_1+\Delta t) - \vec{r}(t_1)}{\Delta t} =$

povprečna hitrost: $\bar{v} = \dfrac{1}{N} \sum\limits_{i=1}^{N} v(t_i)$

Hitrost leži kot tangenta na trajektorjo, ki jo opiše masna točka.

4.4 KAKO STA DEFINIRANA POVPREČNI IN TRENUTNI POSPEŠEK ?

trenutni pospešek: $\vec{a}(t_1) = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\vec{v}(t_1 + \Delta t) - \vec{v}(t_1)}{\Delta t} = \dfrac{d\vec{v}}{dt} = \dot{\vec{v}}$

$\vec{a}(t_1) = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\vec{v}(t_1+\Delta t) - \vec{v}(t_1)}{\Delta t} =$

povprečni pospešek: $\bar{a} = \dfrac{1}{N} \sum\limits_{i=1}^{N} a(t_i)$

4.5 KAKO DOLOČIMO PREMIK, ČE JE PODANA HITROST V ODVISNOSTI OD ČASA ?

$$\vec{r}(t_k) = \vec{r}(t_0) + \int_{t_0}^{t_k} \vec{v}(t) dt$$

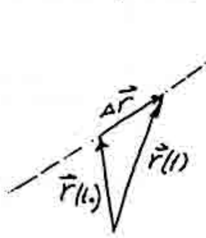
4.6 KAKO DOLOČIMO HITROST IN PREMIK, ČE JE PODAN POSPEŠEK V ODVISNOSTI OD ČASA ?

$$\vec{v}(t_k) = \vec{v}(t_0) + \int_{t_0}^{t_k} \vec{a}(t) dt$$

$$\vec{r}(t_k) = \vec{r}(t_0) + \cancel{\int_{t_0}^{t_k} \vec{v}(t) dt} + \int_{t_0}^{t_k} \left[\int_{t_0}^{t_k} \vec{a}(t) dt \right] dt$$

4. VPRAŠANJA O GIBANJU MASNE TOČKE (2.del)

4.7 Kako opišemo premo gibanje masne točke?



$|\vec{p}| = 1$

$\vec{r}(t) = \vec{r}(t_0) + s(t)\vec{p} \Rightarrow x(t) = x(t_0) + s(t) = x(t_0) + \Delta x(t)$

$\Delta\vec{r} = s(t)\vec{p};\ \vec{p} \rightarrow \vec{i}$

4.8 Katere so značilnosti enakomernega in enakomerno pospešenega gibanja?

- Enakomerno gibanje je takrat, ko točka v enakih časovnih intervalih naredi enake premike. Hitrost je konstantna, pospešek pa je enak nič.

$$\Delta x = v_0 \Delta t = \int_{t_0}^{t_k} v_0 dt = v_0 \int_{t_0}^{t_k} dt$$

$\Delta t = t_k - t_0$ Premik mora biti sorazmeren s časom.

$x(t) = x(t_0) + v_0(t_k - t_0)$

- Enakomerno pospešeno gibanje je takrat, ko točka v enakih časovnih intervalih spremeni hitrost za enak Δv. Pospešek je konstanten in različen od nič ($a=0 \rightarrow$ enakomerno gibanje), spreminjanje opravljene poti pa opisuje kvadratna funkicija.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + v_0 \int_0^t dt + a \int_0^t t dt \qquad v = v_0 + a \int_0^t dt$$

$x = x_0 + v_0 \cdot t$

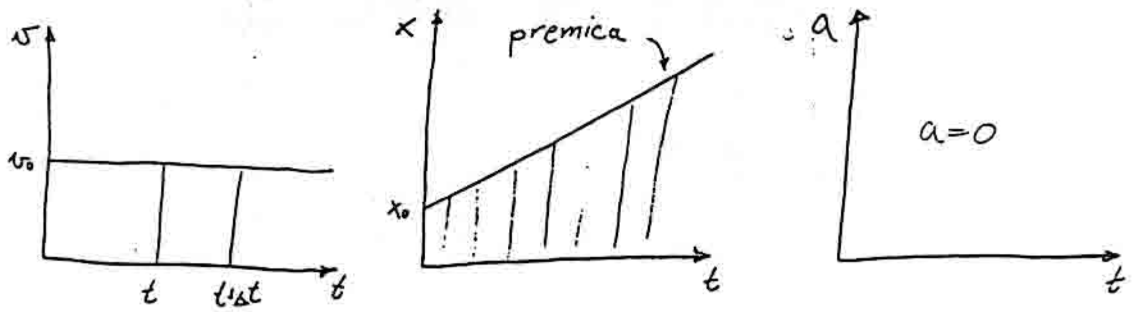
$x = v_0 \cdot t + a \cdot$

$\cancel{x = v_0 \int dt}$

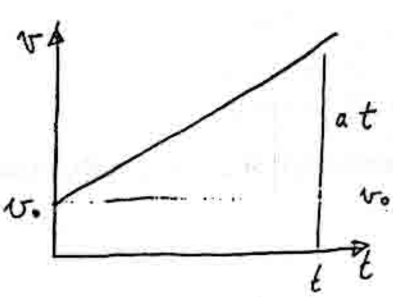
$x = v_0 \int_0^t dt + a \int_0^t t \cdot dt = v_0 t + a \frac{t^2}{2}$

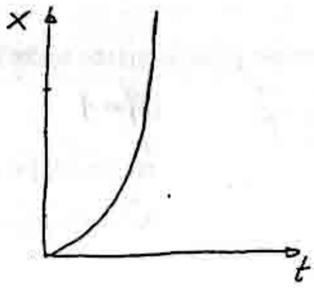
4.9 Kako interpretiramo spremembo poti in pospešek v diagramu, ki kaže odvisnost hitrosti od časa.

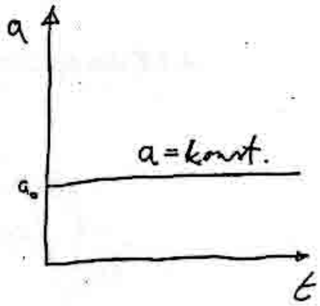
Če je hitrost konstantna, se pot spreminja linearno in je pospešek enak nič.



Če se hitrost spreminja linearno, se pot spreminja po kvadratni funkciji in je pospešek konstanten in različen od nič.







$v = v_0 + a \cdot t$

$s = \int v \cdot dt = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$

4.10 Kako splošno popišemo harmonično nihanje in kaj je zanj značilno?

$\varphi(t) = \omega t + \varphi_0$

$x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$

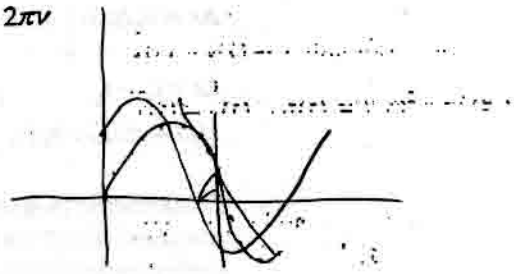
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$

$\dot{x}(t) = v(t) = x_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$

$\nu = \frac{1}{T}$

$\ddot{x}(t) = \dot{v}(t) = a(t) = -x_0 \omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$



φ(t) – fazni kot
φ_0 – začetni fazni kot
ω – krožna frekvenca nihanja
ν – frekvenca nihanja
T – nihajna doba

nedušeno nihanje

Diferencialna enačba harmoničnega nihanja: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$.

$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

dušeno

$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$

$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

Kaj je značilno za nihanje???

ENERGIJA ODVISNA OD VRSTE VALOVANJA
VALOVANJE OPIŠEMO S FUNKCIJO: AMPLITUDA, FAZA, ZAMIK
PERIODIČNO, NIHANJE OKOLI RAVNOVESNE LEGE
VALOVANJE JE TEMELJ FIZIKE

4.11 Kako splošno popišemo kroženje? Definicija kotne hitrosti, frekvence in obhodne dobe. Kako sta definirana radialni in tangencialni pospešek? Kako je definiran vektor kotne hitrosti in kako z njim izrazimo vektor hitrosti pri kroženju?

Kroženje splošno popišemo:

$x = r\cos\varphi(t)$ ← FUNKCIJA ČASA, ZATO PRI ODVODU $\dot{\varphi}$

$y = r\sin\varphi(t)$

$\dot{x} = v_x = -r\dot{\varphi}\sin\varphi(t)$

$\dot{y} = v_y = r\dot{\varphi}\cos\varphi(t)$

$\ddot{x} = \dot{v}_x = a_x = -r(\ddot{\varphi}\sin\varphi + \dot{\varphi}\dot{\varphi}\cos\varphi(t))$

$\ddot{y} = \dot{v}_y = a_y = r(\ddot{\varphi}\cos\varphi - \dot{\varphi}\dot{\varphi}\sin\varphi(t))$

$$\vec{a}_t = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\vec{r}\cdot\omega}{dt} = \vec{r}\cdot\alpha$$

$$a_n = \frac{v\cdot d\varphi}{dt} = v\cdot\omega = r\omega\cdot\omega = r\omega^2 = a_n$$

Kotna hitrost: $\omega = \dot{\varphi}(t)$

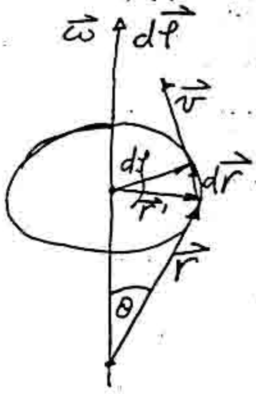
Frekvenca: $\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

Obhodna doba: $T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$

Radialni pospešek: $a_r = r\omega^2 = r\dot{\varphi}^2$

Tangencialni pospešek: $a_t = r\alpha = r\ddot{\varphi}$

Vektor kotne hitrosti: $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$



Vektor hitrosti izražen z vektorjem kotne hitrosti: $\vec{v} = \vec{\omega}\times\vec{r}$

$$t = \frac{X(t)-X_0}{v_x}$$

4.12 Kako splošno opišemo poševni met?

Pot:

$x(t) = x_0 + v_{x0}t$

$y(t) = y_0 + v_{y0}t - \frac{gt^2}{2}$ $\quad \vec{r}(t) = (x(t), y(t), 0)$

$t = \frac{X(t)-X_0}{v_0}$

$$x(t) = x_0 + v_x\cdot t$$

$$y(t) = y_0 + \frac{g\cdot t^2}{2} + v_y\cdot t$$

$$t = \frac{x(t)-x_0}{v_x}$$

Trajektorja poti (parabola):

$y(x) = y_0 + \frac{v_{y0}}{v_{x0}}(x-x_0) - \frac{g}{2}\frac{(x-x_0)^2}{v_{x0}^2}$

$$y(t) = y_0 + \frac{v_y}{v_x}(x(t)-x_0) - \frac{g}{2}\frac{(x(t)-x_0)^2}{v_x^2}$$

$$y(x) = y_0 + \frac{v_{0y}}{v_{0x}}(x-x_0) - \frac{g}{2}\frac{(x-x_0)^2}{v_{0x}^2}$$

Hitrost:

$$\dot{x}(t) = v_x(t) = v_{x0} = konst. \qquad \vec{v}(t) = \left(v_x(t), v_y(t), 0\right)$$
$$\dot{y}(t) = v_y(t) = v_{y0} - gt$$

Pospešek:

$$a_x = 0 = konst. \qquad \vec{a} = (0, -g, 0)$$
$$a_y = -g$$

5. KINEMATIKA TELES

Kako pridemo iz opisa sistema točkastih teles na opis togega telesa?

2 **5.1:** Iz opisa sistema pridemo na opis telesa tako, da množico masnih točk v telesu združimo v celoto, ki ima rezultanto vseh notranjih sil na vsako masno točko posebej enako nič. Čim močnejše so notranje sile, tem bolj togo je telo.

Kako opišemo prostorsko in površinsko porazdelitev sil?

4 **5.2:** Območje telesa razdelimo na majhne volumske elemente dV. Celotno prostornino dobimo z integriranjem:

$$V = \int dV.$$

Maso snovi označimo z dm, ta element predstavlja masno točko mi. Celotno maso spet dobimo s seštevanjem (integriranjem) neskončnega števila majhnih masnih točk:

$$m = \int dm.$$

Definiramo porazdelitev mase po telesu s količino *gostota mase*:

$$\rho = dm/dV.$$

Za površinsko porazdelitev sil vpeljemo količino *tlak sile* (p), ki pove, koliko sile odpade na enoto površine. Če sila dF deluje pravokotno na ploskovni element dS, potem na enoto ploskve odpade sila

$$p = dF/dS$$

Celotno silo na ploskvi dobimo:

$p = -dF/dS \quad F = \int dF + \int p dS \qquad [p] = N/m^2 \rightarrow 10 N/cm^2 = 1 \text{ bar}$

Pri prostorninskih silah vpeljemo količino *gostota sile* (f), ki jo definiramo: $f = dF/dV$, kjer je dF sila, ki odpade na prostornino dV. Enota goastote sile je N/m^3 oziroma ~~kp/dm³~~.

Kdaj je telo togo in koliko podatkov potrebujemo za opis njegovega gibanja?

1 **5.3:** Telo je togo, če se pod vplivom zunanjih sil dimenzije zanemarljivo malo spreminjajo. Za opis njegovega gibanja potrebujemo 6 podatkov; 3 za opis gibanja masnega središča, 3 pa za vrtenje telesa okrog treh pravokotnih osi, ki gredo skozi masno središče.

Kdaj je telo v mehanskem ravnovesju?

5 **5.4:** Pogoji za mehansko ravnovesje togega telesa: $a_c = 0$ in $\alpha_c = 0$. Če je pospešek težišča enak nič, je rezultanta vseh sil, ki delujejo na telo, enaka nič. Kotni pospešek je enak nič, če je rezultanta vrtilnih momentov glede na os skozi težišče, enaka nič.

$$F = \sum F_i = 0 \quad M_c = \sum M_{ci} = 0$$

Izpelji enačbo za komponento vrtilne količine v smeri stalne osi pri vrtenju togega telesa

5.5: $\underline{r} \times \underline{v}m = \underline{\Gamma}$

6 Vrtilna količina se ohranja: $|\underline{\Gamma}| = r v \sin\theta\, m$

$\underline{\Gamma} = \underline{r} \times G \qquad \underline{M} = d\underline{\Gamma}/dt \qquad G/t = m a = F \qquad \Rightarrow \vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$

$v = \omega \times r \Rightarrow \Gamma = \int [\omega r^2 - r(\omega \cdot r)]\, dm \qquad \Rightarrow \Gamma = \int r \times dG = \int (r \times v)\, dm$

$\vec{\Gamma} = \vec{r} \times \vec{v}\, m = \vec{r} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})\, m \qquad \vec{\Gamma} = \vec{r} \times \vec{G} = \vec{r} \times m \cdot \vec{v} =$

$|\vec{\Gamma}| = r \cdot r \cdot \omega \cdot m = \omega r^2 m = J \cdot \omega \qquad (J = r^2 m) \qquad = \vec{r} \times m \cdot \vec{\omega} \vec{r} = \vec{r}^2 \vec{\omega} \cdot m = J \cdot \vec{\omega}$

$\Rightarrow \vec{\Gamma} = J \cdot \vec{\omega} \qquad \frac{d\Gamma}{dt} = M = J \cdot \frac{d\omega}{dt} = J \cdot \alpha \qquad \frac{d\vec{\Gamma}}{dt} = M = \frac{J \cdot \vec{\omega}}{dt} = J \cdot \alpha$

$\omega r = \omega_1 x + \omega_2 y + \omega_3 z \Rightarrow \Gamma = J_1 \omega_1 i - J_2 \omega_2 j + J_3 \omega_3 k$

7 Vztrajnostni moment glede na os, ki ne gre skozi težišče določimo s pomočjo steinerjevega izreka:

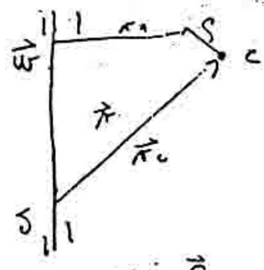
Definicija vrt. momenta ... telesa ter povezava med kotnim pospeškom in vrtilnim momentom. Kako določimo vztrajnostni moment glede na os, ki ne gre skozi težišče?

$$J = \int r_1^2\, dm = \int (\vec{r}_{c1} + \vec{\rho}_1)^2\, dm = \int (r_{c1}^2 + 2\vec{r}_{c1} \vec{\rho}_1 + \rho_1^2)\, dm$$

$$= r_{c1}^2 \int dm + 2\vec{r}_{c1} \underbrace{\int \vec{\rho}_1\, dm}_{0} + \int (\rho_1^2\, dm(\vec{\rho}))$$

$$J = m \cdot r^2 + m \cdot \rho^2$$

$$\Rightarrow J = m \cdot r_{c1}^2 + \int \rho_1\, dm(\vec{\rho})$$



$$J = m r_{c_1}^2 + J_c$$ ← vrt. moment glede na težišče

$$r_{c_1}^2 \int dm + 2 r_{c_1} \int \rho_1 \, dm + \int (\rho_1^2) dm =$$

$$= r_{c_1}^2 dm + 2 r_{c_1} \cdot dm \cdot \rho + \rho^2 m =$$

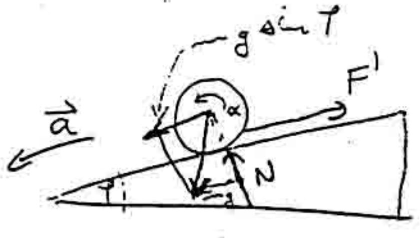
$$\vec{r} = \vec{r}_c + \vec{\rho} \qquad = m (r_{c_1}^2 + 2 r_{c_1} \cdot \rho + \rho^2) = m \cdot (r_{c_1} + \rho)^2$$

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_{c_1} + \vec{\rho}_1$$

Izpelji izraz za kotni pospešek homogenega valja, ki se brez podrsavanja kotali po strmini. Kdaj začne val podrsavati in kako opišemo gibanje tedaj?

8 **5.6:** Na valj delujeta sili: teža valja (mg) in sila podlage (Fp). Fp razstavimo na pravokotno projekcijo N in na vzporedno projekcijo F', ki nasprotuje gibanju valja. Pospešek vzdolž strmine:

$$m \cdot g \cdot \sin\varphi - F' = m \cdot a$$
$$a = R \cdot \alpha$$
$$m \cdot g \sin\varphi - F' = m \cdot R \alpha$$



R ... polmer valja

$$m g \sin\varphi - F' = m \cdot a$$

Valj vrti sila F', njen vrtilni moment je F'*R
Enačba vrtenja valja je potem:

$$M = J_c \cdot \alpha = R \, F'$$

Če strmina ob plošči valja ne podrsuje, se obod plašča valja giblje s pospeškom a, ki je premosorazmeren kotnemu pospešku:

$$a = R \cdot \alpha$$

Valj začne spodrsavati, ko je F' > Fl. Če hočemo, da valj ne podrsuje, je največja možna sila F' ravno Fl (sila lepenja), saj ona omogoča, da se valj vrti.

$$F' > F_l \Rightarrow \frac{1}{3} m g \sin\varphi > k_l m g \cos\varphi$$
$$\Rightarrow \operatorname{tg}\varphi > 3 k_l \quad \Rightarrow \text{valj začne podrsavati}$$

Ko valj podrsuje, enačbe a = R·α ne moremo več uporabiti. Lahko pa uporabimo:

$$F' = k_t \cdot N = k_t \, m g \cos\varphi$$

Ker vemo, da je sila F', ki vrti valj, enaka sili trenja. Pospešek drsečega valja je enako velik kot pri čistem drsenju: $a = g(\sin\varphi - k_t \cos\varphi)$

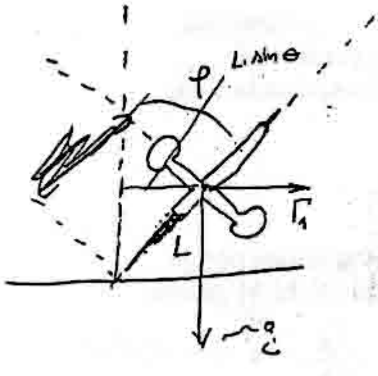
Kotni pospešek pa je: $\alpha = R F' / J_c = \left(2 k_t g / R \right) \cos\varphi$

In pada, če povečujemo naklon strmine. Pri kotu 90° je α = 0, ker tedaj valj prosto pada in se ne vrti pospešeno – ni komponente, ki bi vrtela valj ob steni.

Opiši precesijo vrtavke in izpelji izraz za kotno hitrost precesije

9 **5.7:** Precesija vrtavke nastopa le pod določenimi pogoji. Vrtavko zavrtimo okoli njene geometrijske osi z veliko vrtilno količino $\Gamma = J \cdot \omega$ in jo z njenim spodnjim koncem postavimo na vodoravno podlago. Ko jo spustimo, njena os v začetku precesira okrog navpične osi in tudi nutira (se spreminja kot med vrtavkino osjo in navpičnico). Nutacija se kmalu zaduši in os vrtavke se ustavi pri določenem kotu φ, glede na navpično os, okoli katere precesira. V novi legi deluje na vrtavko stalen vrtilni moment teže vrtavke, ki je mgLsinφ, pri čemer je m masa vrtavke, L pa razdalja od vrtišča do težišča. Ta vrtilni moment kaže pravokotno na trenutno smer vrtilne količine Γ. Zaradi M vrtilnega momenta se Γ v času dt spremeni za dΓ = Mdt in os vrtavke se zasuče za kot dφ

$$d\Gamma = \Gamma \sin\varphi \, d\varphi$$



Kotna hitrost vrtavke je stalna:

$$\omega_{pr} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{mgL}{\Gamma}$$

$$\Rightarrow \omega_{pr} = \frac{mgL}{J\omega}$$

$M = m \cdot g \cdot L \cdot \sin\theta$ 

$\Gamma_1 = \Gamma \cdot \sin\theta$

$\Delta\Gamma = \Gamma_1 \cdot \Delta\varphi_{pr} = M \cdot \Delta t$

$\Gamma \sin\theta \cdot \Delta\varphi_{pr} = m \cdot g \cdot L \Delta t \cdot \sin$

$\frac{\Delta\varphi_{pr}}{\Delta t} = \omega_p = \frac{m \cdot g \cdot L}{\Gamma} = \frac{m \cdot g \cdot L}{J \cdot \omega}$

$\rightarrow$ neodvisen od kota φ!

6. DELO IN ENERGIJA

$a \frac{dv}{dt}$

$\vec{F}(\vec{r}) = m\,\vec{a}$

6.1:

$$\vec{F}(\vec{r}) = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} \qquad a = \frac{d\vec{v}}{dt} \qquad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = dt = \frac{dr}{v}$$

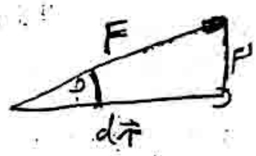
$$\vec{F}(\vec{r})\,dt = m \cdot d\vec{v} \qquad \vec{F}(\vec{r}) \cdot \frac{dr}{v} = m\,d\vec{v}$$

$$\vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r} = m\,\vec{v}\,d\vec{v}$$

$$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}(\vec{r})\,d\vec{r} = m \int_{v_1}^{v_2} \vec{v}\,d\vec{v} = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \Delta W_k$$

$$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}(\vec{r})\,d\vec{r} \qquad \boxed{A = \Delta W_k}$$

$$dA = F \cdot dr \cdot \cos\varphi = F' \cdot dr \Rightarrow A = F\,\Delta$$

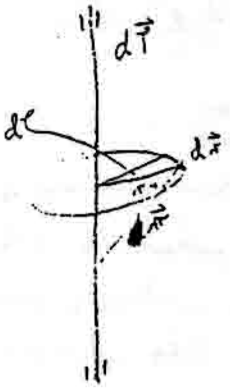


Delo sile je enako spremembi kinetične energije telesa.

$$dA = \vec{F}\,d\vec{r} = \vec{F}(d\vec{\varphi} \times \vec{r}) = (\vec{r} \times \vec{F})\,d\vec{\varphi}$$

$$d\vec{r} = d\vec{\varphi} \times \vec{r}$$

$$\boxed{dA = \vec{M}\,d\vec{\varphi}} \qquad = \vec{M} \cdot d\vec{\varphi} \Rightarrow A = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \vec{M} \cdot d\vec{\varphi}$$



$$W_k = \frac{m v^2}{2} = \frac{m (r_1 \omega)^2}{2} = \frac{m r_1^2 \omega^2}{2} = J_\omega \cdot \frac{\omega^2}{2}$$

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \vec{M}\,d\vec{\varphi} = \frac{J_\omega \omega_2^2}{2} - \frac{J_\omega \omega_1^2}{2}$$

Skalarni produkt sile in poti imenujemo delo sile (A), količina $\frac{mv^2}{2}$ je kinetična energija telesa → primer uporabe skalarnega produkta. Skalarni produkt je zmnožek komponent neke veličine in vmesnega kota. S tem ne zajamemo samo komponente v eni smeri, ampak skalarni produkt obsega vse komponente (x, y, z).

6.2: (opisano že v 6.1)

6.3: Delo sile je enako spremembi kinetične energije. Kinetična energija na koncu poti je enaka vsoti začetne kinetične energije in dela, ki ga telo prejme med potjo (dela, ki ga med potjo opravijo sile).

$$dA = F\cdot ds = m\cdot a\cdot ds = m\left(\frac{dv}{dt}\right)ds = m\,dv\,\frac{ds}{dt} = m\,v\,dv$$

$$= m\,d\left(\frac{v^2}{2}\right) = d\left(\frac{mv^2}{2}\right) \Rightarrow dA = d\left(\frac{mv^2}{2}\right)$$

$$A = \int dA = \int F\,ds = \int d\left(\frac{mv^2}{2}\right) = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

v1 je hitrost telesa na začetku poti, v2 pa hitrost na koncu. Dobimo enačbo

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

za togo telo: $d(\vec{r}_i - \vec{r}_j) = 0$

Delo notranjih sil pri togem telesu ni treba upoštevati.

$$dW_k = \sum_{j=1} dW_i = \sum_{i=1} dA_{iz}$$

6.4: Celotno delo konzervativne sile na zaključeni poti je vedno nič. Delo konservativne sile je odvisno le od začetne in končne lege v polju, nič pa od oblike poti. Npr. Pri potencialni energiji: $mgh + (-mgh) = 0$

Tukaj je teža konzervativna sila. Pri konzervativni sili se ohranja mehanska energija. Potencialna energija je energija, ki jo ima telo na neki višini. Če ga prestavimo na večjo višino, ima večjo potencialno energijo. Ta energija je neodvisna od poti, zavisi samo od začetnega in končnega stanja.

$$W_k + W_p = W_{mehanska}$$

Vsota kinetične in težnostne energije prosto gibajočega telesa je konstantna: $mgh + \frac{mv^2}{2} = konst.$

Energija sistema se ohranja. Energije se lahko pretakajo iz ene v drugo, a vsota bo vedno enaka. Če na telo vpliva sila prožnosti, potem izrek o ohranitvi energije zapišemo:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh + \frac{kx^2}{2} = konst \qquad \frac{kx^2}{2} = W_{pr}$$

Telo se pod vplivom teže in sile prožnosti giblje tako, da se njegova celotna energija ne spremeni. Če na sistem deluje zunanja sila, je celotno delo zunanjih sil enako spremembi energije sistema.

Mehanska energija: $\Delta W_p = -\int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_k\,d\vec{r}$

$\vec{F}_k$ ... konzervativna sila
$\vec{F}_m$ ... nekonzerv. sila
W_m ... mehanska energija
A_m ... delo nekonzerv. sil

$$\vec{F} = \vec{F}_k + \vec{F}_m \qquad A = \int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_k\,d\vec{r} + \int_{r_1}^{r_2} \vec{F}_m\,d\vec{r}$$

$$\Delta W_k = -\Delta W_p + A_m \Rightarrow \Delta W_k + \Delta W_p = \Delta W_m = A_m$$

$$A_m = 0 \Rightarrow W_m = konst \rightarrow \Delta W_m = 0$$

6.5: Moč je količina, ki pove, koliko dela opravimo v časovni enoti. Če v času dt opravimo delo dA, je moč:

$$P = \frac{dA}{dt} \qquad [P] = W = \frac{J}{s}$$

oziroma, če delo opravljamo enakomerno:

$$P = \frac{A}{t} \Rightarrow A = P \cdot t$$

Moč pri translaciji: $dA = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \underbrace{\vec{F} \cdot \vec{v} = P}$$

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Moč pri rotaciji:

$$dA = \vec{M}\, d\vec{\varphi} \Rightarrow P = \frac{\vec{M} \cdot d\vec{\varphi}}{dt} = \vec{M} \cdot \vec{\omega} = P$$

$$dA = \vec{M} \cdot d\vec{\varphi}$$

$$P = \frac{\vec{M} \cdot d\vec{\varphi}}{dt} = \vec{M} \cdot \vec{\omega}$$

6.6:

$$\xrightarrow{A_0} \boxed{\text{STROJ}} \xrightarrow{A = \eta \cdot A_0}$$

Stroj na eni strani prejema delo A_0. Nekaj dela se izgubi v stroju zaradi nekonzervativnih sil, ostalo pa stroj spet odda. Mehanski izkoristek stroja (η) definiramo s količnikom med oddanim in prejetim delom:

$$\eta = \frac{A}{A_0} \quad \text{oziroma} \quad A = \eta \cdot A_0$$

$$\eta \leq 1$$

7 NETOGA TELESA

1. Kako opišemo prostorsko in ploskovno porazdelitev sile?

Ploskovna porazdelitev sile $\vec{F} = \int \vec{p} dS$. Prostorska porazdelitev sile $\vec{F} = \int \vec{f} dV$.

2. Kako opišemo deformacijo? Kako povežemo deformacijo z obremenitvijo? Definicija modula elastičnosti, Poissonovega števila in stisljivosti.

$\vec{u} = (u_x(x,y,z), u_y(x,y,z), u_z(x,y,z))$

vzdolžna $\varepsilon = \frac{x_d}{x_0}$, strižna $\varepsilon = \frac{y_d}{y_0}$, $\varepsilon_{pr} = -\mu \varepsilon_{vzd}$, μ=Poissonovo število

$\sigma = E \cdot \varepsilon \Rightarrow \frac{F}{S} = \varepsilon \cdot E$

$\frac{F}{S} = \varepsilon E$, E=modul elastičnosti

$\varepsilon_v = \frac{\Delta V}{V_0} = -\chi p$, χ=stisljivost

3. Kako izrazimo delo pri kompresiji?

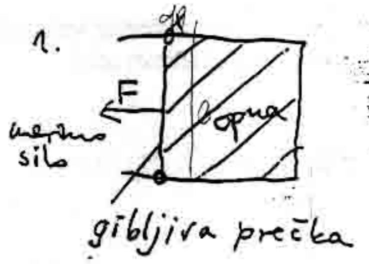
$dA = -pdV$. $p = -\frac{dA}{dV}$

$dA = Fdx = -pS dx = -pdV$

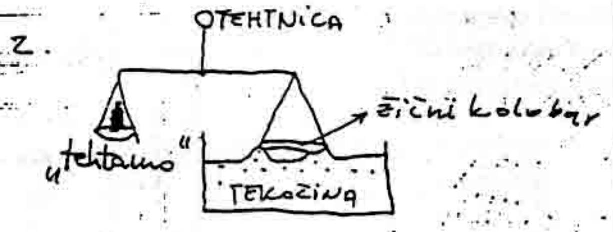
4. Kako definiramo površinsko napetost kapljevin in kako jo lahko izmerimo?

$\gamma = \frac{dA}{dS}$ = površinska napetost. Merjenje: $\frac{N m}{m^2}$

1.



2.



$dA = Fdx$

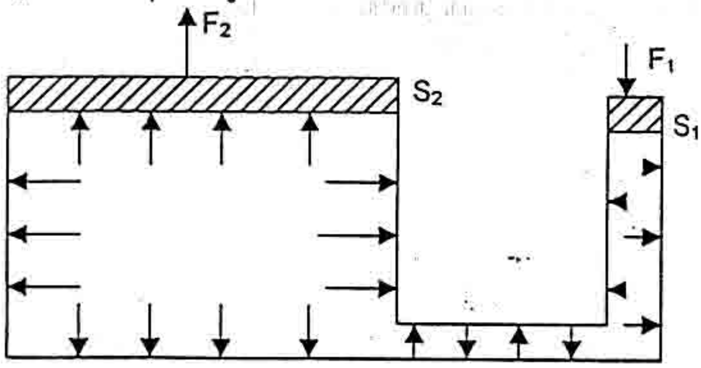
$dS = 2l dx$

$\gamma = \frac{F}{2l}$

Kako je narejena hidravlična stiskalnica in kako pojasnimo njeno delovanje?

8.1 **Hidravlična stiskalnica je narejena iz dveh batov z različnimi preseki (S_1 in S_2)**, ki sta povezana preko posode, ki je napolnjena s tekočino.
Delovanje: Ko s silo F_1 pritisnemo na bat s presekom S_1, bat na tekočino deluje s tlakom $p = \frac{F_1}{S_1}$. S tem tlakom tekočina pritiska na stene posode in tudi na drugi bat. Na njega torej deluje s silo $F_2 = pS_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$. Ta sila je lahko veliko večja od sile F_1.
Deli obeh sil sta enaki, če je tekočina nestisljiva, kajti velja $A_1 = p\Delta V_1 = p\Delta V_2 = A_2$ kjer sta $\Delta V_1 = \Delta V_2 \approx 0$

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



Kako je tlak v tekočini odvisen od globine? Pojasni delovanje merilnika tlaka na U-cev in na membrano

8.2 $p = -\rho g h$

$$dp = -\rho \cdot g\, dz$$

$$\Delta p = \int_{z_1}^{z_2} \rho g\, dz = p(z_2) - p(z_1) = \Delta p = -\rho \cdot g\, \Delta z$$

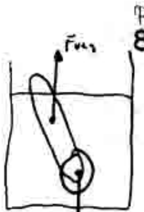
p -tlak v tekočini
ρ - gostota tekočine
g - gravitacijski pospešek
h - globina na kateri merimo tlak

V cev oblike črke U natočimo tekočino z gostoto ρ. Če je tlak na obeh koncih cevi enak se tekočina umiri tako da je višina stolpcev na obeh straneh enaka. Če pa sta tlaka različna, je en stolpec za h višji. Iz razlike v višini in poznavanjem tlaka na eni strani cevi lahko izračunamo tlak na drugi stani: $\Delta p = p - p_0 = \rho g h$

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

Merilnik tlaka na membrano??
Na membrani so merilni lističi, ki merijo ukrivljenost membrane, z električnim tokom ...

Pojasni vzgon v tekočinah in povej, na kakšnem principu je zasnovan areometer.



8.3 Sila vzgona je nasprotno enaka teži izpodrinjene tekočine.

$F_{vz} = -V\rho_0 g$ V - volumen potopljenega telesa
ρ_0 - gostota tekočine

$$\vec{F} = \int_S p\, d\vec{S} = -mg = -\rho \cdot V \cdot g$$ str 127

Areometer ?? *merjenje gostote tekočin, obtežena bučka spodaj, posledica vrtilnega momenta, ker ima areometer težišče nižje kot je težišče izpodrinjene tekočine. Če je specifična teža telesa manjša od specifične teže tekočine se telo potopi toliko da se teža in vzgon =. Iz globine izlepamo na gostoto*

Kako opišemo hitrostno polje v tekočini? Kdaj je tok stacionaren, laminaren, turbolenten?

8.4 Če poznamo **hitrostno polje** potem vemo kako je hitrost odvisna od pozicije v prostoru in od časa $\boxed{\vec{v} = \vec{v}(\vec{r}, t)}$. Določimo ga najlažje tako, da v vodo natrosimo barvilo, in slikamo večkrat zapored.
Tok je **stacionaren** če se slika tokovnic s časom ne spreminja.

Tok je **laminaren**, če se tokovnice lepo gibljejo, se ne prepletajo in mešajo med sabo (kot bi posamezne plasti tekočine drsele druga ob drugi)
Tok je **turbolenten**, če se tekočinske plasti prepletajo med sabo, gibanje v vrtincih (nemirno gibanje tekočine).

Kako izračunamo pretok skozi izbrano ploskev, če je znano hitrostno polje?

8.5 $\Phi_v = \oint\!\!\oint_S \vec{v} \circ d\vec{S}$

$\Phi_m = \oint\!\!\oint_S \rho\vec{v} \circ d\vec{S}$

$V = v\,t \cdot S$

$dV = v \cdot \cos\theta \cdot dt \cdot dS \quad / \cdot dt$

$d\Phi_v = v \cdot \cos\theta \cdot dS$

$d\Phi_m = \rho \cdot v \cdot \cos\theta \cdot dS$

$d\Phi_v = \vec{v} \cdot d\vec{S}$

$d\Phi_m = \rho \cdot \vec{v} \cdot d\vec{S}$

$\Phi_v = \iint_S \vec{v} \cdot d\vec{S}$

$\Phi_m = \iint_S \rho\vec{v} \cdot d\vec{S}$

$\Phi_m = \rho \cdot \Phi_v$

$v \cdot dS \cdot \cos\theta = \vec{v} \cdot d\vec{S}$

Kako je definirana viskoznost tekočin?

8.6 $\frac{F}{S} = \eta \frac{v}{d}$ — F - vizkozna sila

$F = \eta \cdot S \frac{v}{d}$

S - stična površina med predmetom in tekočino
η - vizkoznost tekočine
v - hitrost gibanja
d - debelina tekočinske plasti

Linearni zakon upora

$\Rightarrow R = \frac{C_1 \cdot S \cdot \eta}{h}$

$F_1 = C_1 S \frac{v}{h} \eta = R \cdot v$ — F_1- sila upora

$F = 6\pi r \eta \cdot v$ na kroglico

S - površina telesa
v – medsebojna hitrost
h – oddaljenost plastnic od središča telesa
C_1 – konstanta (razlika med površino telesa in potjo ki jo opiše kapljevina)

Izpelji Bernullijevo enačbo in pojasni pomen količin v njej. Kdaj lahko to enačbo uporabimo?

8.7 **Tekočina je nestisljiva → $dV = konst.$**

$p \cdot dV = dA = dW_m$

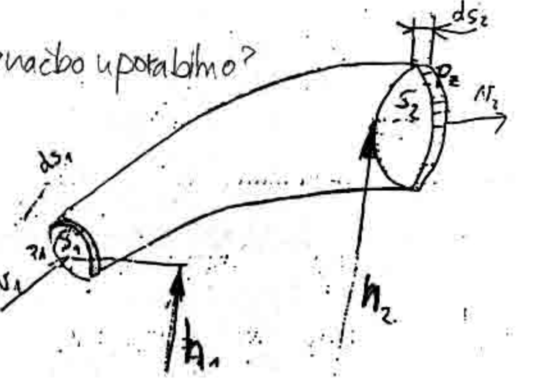
$$(p_1 - p_2)dV = dmgh_2 + \frac{dmv_2^2}{2} - dmgh_1 - \frac{dmv_1^2}{2} \quad / : dV$$

$$\frac{dm}{dV} = \rho$$

$$p_1 - p_2 = \rho gh_2 - \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 - \frac{1}{2}\rho v_1^2$$

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$p + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = konst.$$



p – tlak v tekočini
ρgh – gostota gravitacijske potencialne energije
$\frac{1}{2}\rho v^2$ - gostota kinetične energije

Uporaba: stacionarni tok nestisljive in neviskozne tekočine velja samo vzdolž tokovne cevi.

Bernullijev~~o~~ enačbo lahko uporabim~~o~~ ~~ke imamo~~ opravka s skoraj idealnimi tekočinami (lahko ~~gibljive tekočine~~ – majhna vizkoznost, opazovani točki ne smeta biti preveč narazen, gibanje ~~ne sme~~ biti nestacionarno).

$dA = dW_m$

$p\,dV = dW_m$

$$(p_1 - p_2) \cdot dV = dm\,g h_2 + \frac{dm\,v_2^2}{2} - dm\,g h_1 - \frac{dm\,v_1^2}{2} \,/ : dV$$

$$p_1 - p_2 = \rho g h_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} - \rho g h_1 - \rho \frac{v_1^2}{2}$$

$$p_1 + \rho g h_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} = p_2 + \rho g h_2 + \rho \frac{v_2^2}{2}$$

Kako sta narejeni in čemu služita Venturijeva in Pittotova cev?

8.8 Venturijeva cev: Z merjenjem razlike tlakov (višin stolpcev v manometru) lahko določimo hitrost pretoka tekočine $\Delta p = \frac{\rho v_1^2}{2}\left(1-\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2\right)$ ali pa merimo pretečen volumski tok $\Phi_v = S_1 v_1 = S_1 S_2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho(S_2^2 - S_1^2)}}$

$p_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$

$p_2 - p_1 = \frac{\rho v_1^2}{2} - \frac{\rho v_2^2}{2}$

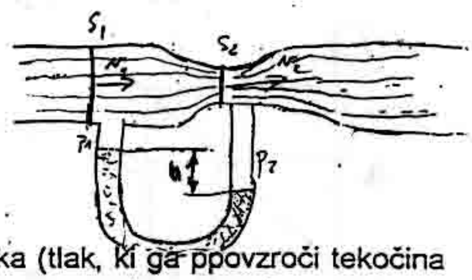
$\Delta p = \frac{\rho}{2}(v_1^2 - v_2^2)$

$\Delta p = -\frac{\rho v_1^2}{2}\left(\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 - 1\right)$

$v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2 \quad v_2 = v_1 \frac{S_1}{S_2}$

$\rho \cdot \frac{v_1^2}{2} + p_1 = \rho \frac{v_2^2}{2} + p_2$

$p_2 - p_1 = \frac{\rho}{2}(v_1^2 - v_2^2) = \rho \frac{v_1^2}{2}\left(1 - \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2\right)$

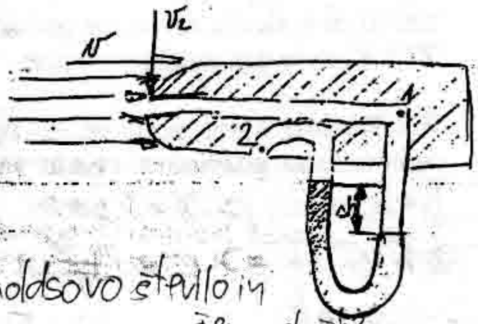


Pittotova cev služi za merjenje zastojnega tlaka (tlak, ki ga ppovzroči tekočina ko se zaleti v oviro).

$$\rho\frac{v_1^2}{2} + p_1 = \rho\frac{v_2^2}{2} + p_2 = p_2$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \rho\frac{v_1^2}{2}$$

$\Delta p = \frac{\rho v_1^2}{2}$



Kvadratni zakon upora. Kako je definirano Reynoldsovo število in čemu služi?

8.9 $\boxed{F_2 = C_2 S \frac{\rho v^2}{2}}$ — C_2 – koeficient kvadratičnega upora

kroženje tekočina teče ob telesu

S – površina telesa

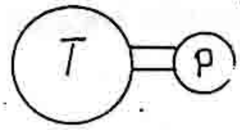
$\frac{\rho v^2}{2}$ - zastojni tlak (Δp)

$$\frac{F_2}{F_1} \propto \frac{\rho v h}{\eta} = \mathrm{Re}$$

Če je **Reynoldsovo število** majhno je gibanje tako, kot da je viskoznost velika in so tokovi pretežno laminarni. Če pa je veliko, so občutni dinamski efekti, viskoznost je majhna, tokovi se nagibajo k turbolentnim.
Če se pri dveh pojavih Re ujemajo, so lastnosti podobne. Torej če imamo modelček aviona z enakim Re kot pri pravem letalu, so njune lastnosti (kar se tiče zračnegfa upora) enake.

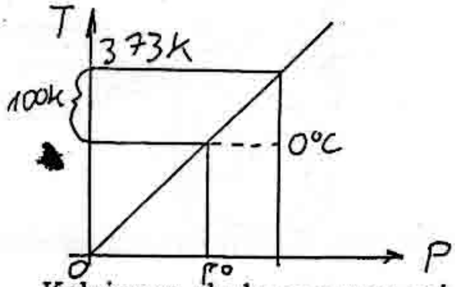
9.1.Razlozi kako je definirana absolutna temperatura in kako deluje plinski termometer,kako sta opredeljeni Celzijeva in Kelvinova skala!

Absolutna temperature je temperature pri kateri bi imel idealni plin tlak enak nic ali bi mulekule plina mirovale.Velikost stopinje je 1/100 razlike med absolutno temperaturo in temperaturo talecega se ledu.



$V = konst.$

$$\left.\begin{array}{l} T_1 = C p_1 \\ T_2 = C p_2 \end{array}\right\} \frac{T_2}{T_1} = \frac{p_1}{p_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{p_1} \cdot p_2$$



Kelvinova skala se zacne pri absoluni nicli,Celzijeva skala pa se zacne pri 273 K,to je pri zmrliscu vode.

9.2.Razlozi kako pridemo do splosnega plinskega zakona in kako opredelimo parcialen tlak in volumen,Vander-Waalsova enacba:

$T = konst;\ p \cdot V = konst.\ ;\ n = \frac{m}{M} \Rightarrow p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$p \cdot V = C \cdot T \Rightarrow C = \frac{p \cdot V}{T}$

C - konst.

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$

Parcialni tlak in volumen:

$\boxed{V_1}$ (n_1) $\boxed{V_2}$ (n_2)

$$\begin{array}{ll} p \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T & p_1 \cdot V = n_1 \cdot R \cdot T \\ p \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T & p_2 \cdot V = n_2 \cdot R \cdot T \\ \hline p \cdot (V_1 + V_2) = (n_2 + n_1) \cdot R \cdot T & (p_1 + p_2) \cdot V = (n_1 + n_2) R \cdot T \\ V = V_1 + V_2 & p = p_1 + p_2 \end{array}$$

V - skupni volumen p - skupni tlak

$n = n_1 + n_2$ $n = n_1 + n_2$

n - celotno št. kilomolov n - celotno št. kilomolov

V_1, V_2 - parcialna volumna p_1, p_2 - parcialna tlaka

Vander-Walsova enacba:

$\cancel{p \cdot \frac{a}{V^2} (V-b) = m \cdot R \cdot T}$ $\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$

a, b - Wandevalsovi kon
$b \approx$ Volumen 1 kmol
a - opisuje privlačne sile med molekulami.

$\frac{a}{V^2}$ - notranji tlak, ki ga sestavljajo molekule, ki so zelo skupaj.

$(V-b)$ - volumen molekul, ko gre za 1 kmol.

9.3.Izpelji izraz za koeficient volumenskega termicnega raztrezka idealnega plina.Kako opisemo raztezanje trdih snovi in spreminjanje elektricne upornosti pri trdih snoveh?Kaj je termoclen?

KAPLJEVINE

$\frac{dV}{V}\Big|_{p=konst} = \beta\, dT$

β-koeficient molskega termicnega raztezanja

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$p\,dV = n \cdot R \cdot dT$

$\frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

VELJA

$\frac{dV}{V}\Big|_p = \frac{dT}{T} \Rightarrow$

$\frac{dT}{T} = \frac{dV}{V} = \beta \cdot dT \qquad \beta = \frac{1}{T}$

$\frac{dV}{V} = \frac{dT}{T} \Rightarrow$ bolj sposnoš $\frac{dV}{V} = \beta\, dT$; $\beta = \frac{1}{T}$ (za idealni plin)

TRDNE SNOVI

α-koeficient termicnega raztezanja

TEMP KOEF UPORA

$\frac{dl}{l} = \alpha \cdot dT \quad [\alpha] = \frac{1}{K}$

$\boxed{\frac{dR}{R} = \gamma \cdot dT \; ; \; \gamma \approx 10^{-3} K^{-1}}$ $\quad \frac{dR}{R} = \gamma\, dT$

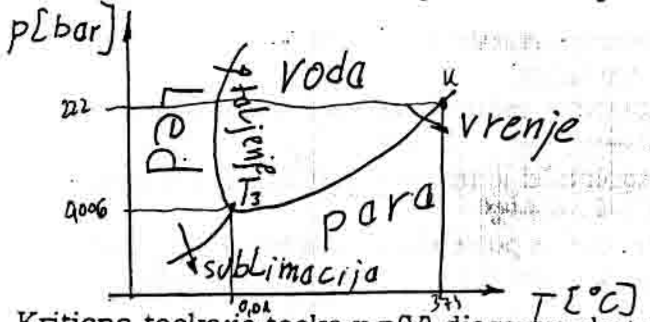
Termoclen- 22

$\Delta U \propto (T_2 - T_1) = \Delta T$ termoclen

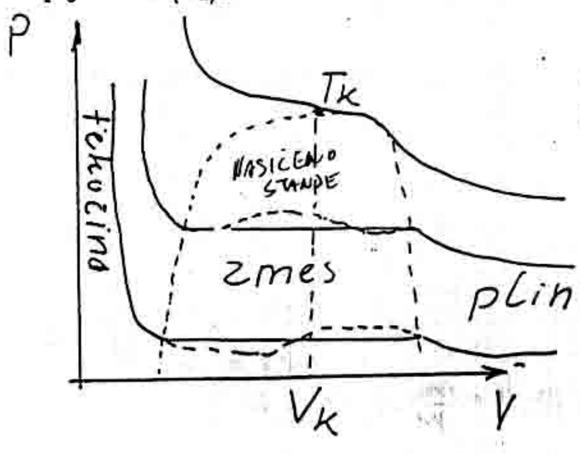
Dve žici različnih kovin na enem koncu zvarjeni in na Temp T, drugi dva konca pa prosta in na T_0, na njima napetost žica ta TERMOČLEN

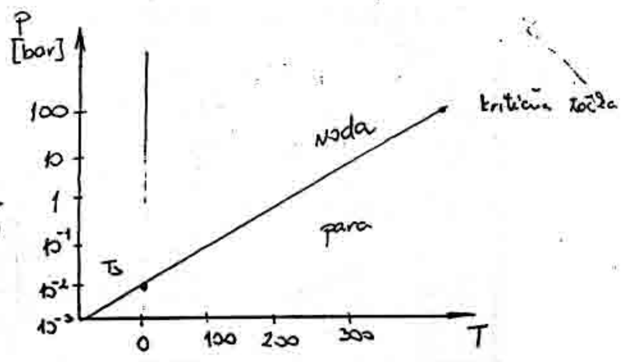
9.4.Kaj je fazni diagram,ter kaj pomeni kriticna in trojna tocka?

Fazni diagram je diagram v katerem prikazemo obstojnost agregatnih stanj ali posameznih stanj ali posameznih faz,ter pogoje pri katerem se izvrsi sprememba.
Trojna tocka (T_3) nam pove tlak in temperaturo pri kateri so vsa tri agregatna stanja v medsebojnem razmerju.

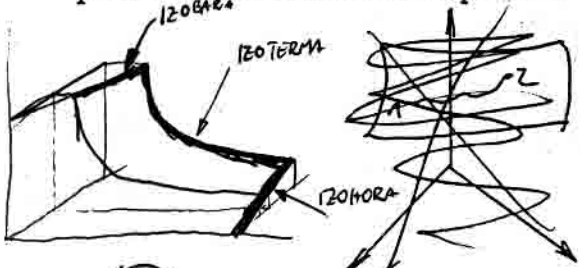


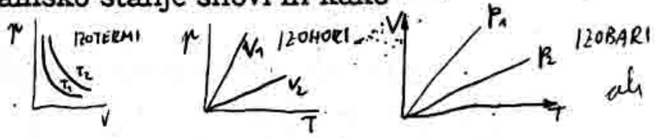
Kriticna tocka:je tocka v p(V) diagamu vkateri plin zvezno preide vkapljenino (T_k).





9.5.Kako opisemo ravnovesno termodinamsko stanje snovi in kako prikazemo termodinamski proces?





$\Delta T \lesssim \sigma T \,;\, \Delta p \lesssim \sigma p$ σ-napaka

p,ρ,T,V→s spreminjanjem teh splosnih spremeljivk lahko spreminjamo stanje.Proces je v termodinamskim ravnovesju tedaj,ce ga zelo pocasi segrevamo.Pri ravnovesnem termodinamskem stanju nemoremo pridobiti dela.

9.6.Zapisi prvi zakon termodinamike in pojasni pomen kolicin,ki v njem nastopajo?

$$\Delta W_n = A + Q$$

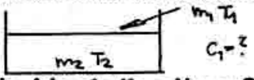
sprememba notranje energije = dovedeno delo + dovedena toplota

A-delo,ki ga sistem lahko *oddaja (negativen predznak)
*prejema (pozitiven predznak)
Q-toplota,ki ga sistem lahko *oddaja(negativen predznak)
*prejema(pozitiven predznak)

KALORIMETER izolirana posoda z določeno maso tekočine, kalor. npr. H_2O temp. tekočine merimo s termometrom, če v tekočino vstavimo drugo snov ugotovim iz ΔT koliko Q je tekočina oddala oziroma sprejela! ob znani masi vstavljene snovi oziroma toplotne kapacitete kalorimetra določimo c iz znanih in začetnih T.

9.7.Kako sta definirani specificni toploti ter talilna in izpatilna toplota?Kaj je kalorimeter in cemu ga uporabljamo?

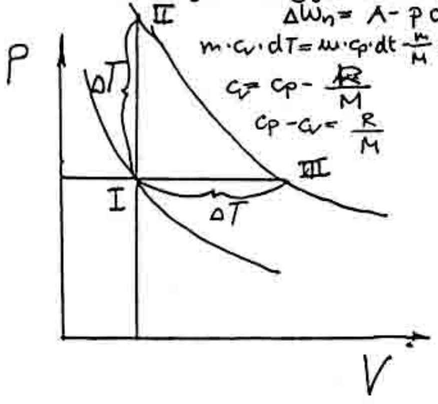
c_v-specificna toplota pri stalnem volumnu
c_p-specificna toplota pri stalnem tlaku
c_v/cp-pove nam mnozino toplote,ki jo moramo dovesti 1kg snovi,da jo segrejemo za 1K. pri stalnem volumnu/tlaku
qi-izparilna toplota:mnozina toplote,ki je potrebna da se 1kg snovi ~~izpari~~ v ~~paro~~. pretvori iz plinastega v tekoče stanje
qt-talilna toplota:mnozina snovi,ki je potrebna da stalimo 1kg snovi. iz trdnega v tekoče sta
Kalorimeter je posebna posoda v kateri merimo natancno specificno toploto snovi. KALORIMETER



$m_1 c_1 (T_k - T_1) = m_2 c_2 (T_2 - T_k) = c_2 (T_2 - T_k)$

9.8.Od cesa je odvisna notranja energija idealnih plinov?Izpelji izraz za razliko specificnih toplot.
Notranja energija idealnega plina je odvisna le od temperature.

$W_n = W_n(T)$ $\quad dA = -pd$



$\Delta W_n = A - p\,dV$

$m \cdot c_v \cdot dT = m \cdot c_p \cdot dt - \frac{m}{M} R\,dT$

$c_v = c_p - \frac{R}{M}$

$c_p - c_v = \frac{R}{M}$

$$\Delta W_{n_1} = dQ_n = dQ\,|_{p_1} - p_I\,dV$$

$$m \cdot c_v \cdot dT = m \cdot c_p \cdot dT$$

$$m \cdot c_v \cdot dT = m \cdot c_p \cdot dT - \frac{m}{M} R \cdot dT$$

$$c_p = c_v + \frac{R}{M} \Rightarrow c_p - c_v = \frac{R}{M}$$

$dW_n = dA + dQ$
$dW_n = m \cdot c \cdot dT - p \cdot dV$
1.) $V = \text{konst} \Rightarrow dV = 0$
$dW_n = m \cdot c_v \, dT$
2.) $p = \text{konst} \Rightarrow dp = 0$
$dW_n = m\, c_p\, dT - p \cdot d$

$m \cdot c_v \cdot dT = m \cdot c_p \cdot dT - p\,dV$

$\cancel{m} \cdot c_v \cdot \cancel{dT} = \cancel{m}\, c_p \cancel{dT} - \frac{\cancel{m}}{M} R\, \cancel{dT}$

$c_p - c_v = \frac{R}{M}$

$p \cdot dV = m \cdot R \cdot dT$
$m = \frac{m}{M}$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot dV = \frac{m}{M} \cdot R\,dT$$

p tlak mora biti konstanten!!

9.12.Kaj je toplotni stroj in katere so znacilnosti Carnotovega stroja?

Toplotni stroji so stroji,ki z krožnimi spremembami spremenijo notranjo ... energijo(oziroma toploto) v mehansko delo.

1 Reverzibilno sprejema in oddaja toploto po izotermah ustrezni krivulji $p \cdot V = mRT_2$ in $p \cdot V = mRT_1$

2 Vmesni prehodi se zgode reverzibilno po adiabatah krivulji $p \cdot V^{\kappa} = p_b V_b^{\kappa}$ in $p V^{\kappa} = p_d V_d^{\kappa}$.

3 Če je sistem v termičnem ravnovesju nikoli sam od sebe ne pride v stanje kjer je en del toplejši od drugega

4 Toplote ne moč odvzeti sistemu v ~~termo~~ termodinamičnem ravnovesju in jo pri isti T spremeniti v delo $\boxed{T_1\ T_2}$ ni mogoče

Vsi reverzibilni stroji, ki delajo med dvema rezervoarjema z določenima temp. imajo enak izkoristek

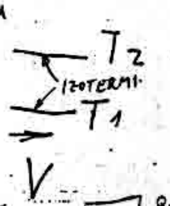
$$\Delta W_n = 0 = Q_2 + Q_1 + A$$

$$-A = Q_2 + Q_1 \text{ (oddano delo)}.$$

$$A = Q_2 - Q_{od} \qquad Q_{od} = -Q_1, \qquad A_0 = A$$

mo V tni stroj – dela reverzibilno in ciklično

- toploto Q_1 oddaja pri T_1. rezervoar I
- topoto Q_2 prejema pri T_2 rezervoar II
- Vmesni prehodi so adiabatni ($dQ = 0$).



$$dW_n = dQ - p\,dV$$

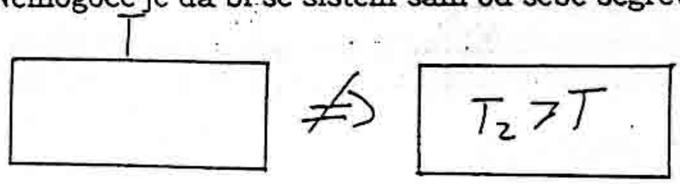
$$Q_2 = \int_{V_a}^{V_b} p\,dV = m \cdot R \cdot T_2 \int_{V_a}^{V_b} \frac{dV}{V}$$

$$Q_2 = m \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{V_b}{V_a}$$

$$Q_1 = m \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_d}{V_c}$$

$V_d < V_c \Rightarrow Q_1$ negativen

Lastnosti:
-Nemogoče je da bi se sistem sam od sebe segreval ali ohlajal.



$$\frac{Q_2}{T_2} = -\frac{Q_1}{T_1}$$

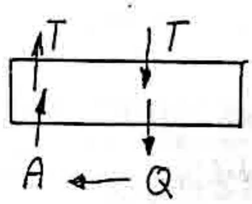
$$\frac{Q_2}{T_2} = -\frac{|Q_1|}{T_1}$$

$$-A = Q_1 + Q_2$$

$$\eta = \frac{-A}{Q_2} = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_2} = 1 + \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$

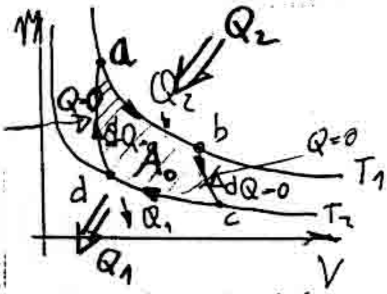
-Nemogoče:



-Vsi Carnotovi toplotni stroji,ki delajo med enakimi rezerovarji imajo enak izkoristek.

9.13.Katera opazanja so osnova za izpeljavo izkoristka Carnotovega toplotnega stroja in kako poteka izpeljava?Kako deluje hladilnik?
Opazanja:
-celotni plin ima enako temperaturo in tlak

-da se sprememba izvrsuje zelo pocasi (da plin sprejema in oddajatoploto zelo pocasi)
-da se celotni plin ohlaja in segreva,to je da prehaja skozi sama termodinamska stanja. notranjo energijo [illegible]



$Q \Rightarrow b;\ T = T_2 = konst$

$\Delta W_n = 0 = dQ_2 - p \cdot dV$ $\qquad p = \frac{mRT}{V}$

ADIABATA $T_2 \cdot V_a^{\kappa-1} = T_1 V$

$Q_2 = \int_{V_a}^{V_b} p \cdot dV = \int_{V_a}^{V_b} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T_2 \cdot \frac{dV}{V}$

$Q_2 = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{V_b}{V_a} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{-T_1}$

$Q_1 = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_d}{V_c}$

$T \cdot V^{\kappa-1} = konst.$ (za adiabato)

$T_2 \cdot V_b^{\kappa-1} = T_1 \cdot V_c^{\kappa-1}$

$T_2 \cdot V_d^{\kappa-1} = T_1 \cdot V_a^{\kappa-1}$

$Q_2 + Q_1 - A_0 = 0$

$Q_2 (1 - \frac{T_1}{T_2}) = A_0$

$\eta = \frac{A_0}{Q_2} = \frac{\cancel{Q_2} + Q_1}{\cancel{Q_2}} = \frac{Q_2(1-\frac{T_1}{T_2})}{Q_2}$

$\frac{V_b}{V_a} = \frac{V_c}{V_d} = \left(\frac{V_d}{V_c}\right)^{-1}$

$\eta = 1 + \frac{Q_1}{Q_2} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{Q_2}{Q_1} = -\frac{Q_1}{T_1} = \frac{m}{M} \cdot R \cdot \ln \frac{V_b}{V_d}$

$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \Rightarrow$ če je η negativen moramo delo dovajati

$\frac{Q_1}{Q_2} = -\frac{T_1}{T_2}$

Hladilnik je obrnjen toplotni stroj.Delovno sredstvo odnasa toploto z hladnega mesta in skupaj z delom odlaga na toplejse mesto.

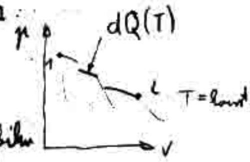
$Q_2 = Q_1 + A$

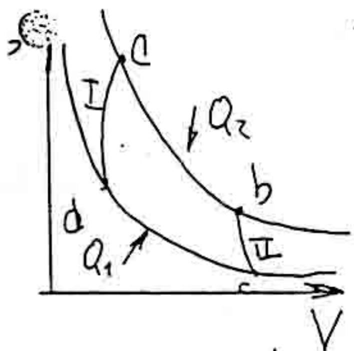
9.14.Razlozi kako je definirana sprememba entropije pri reverzibilnem procesu in kako jo dolocimo za reverzibilni peroces.Razlozi drugi zakon termodinamike!

$dS = \frac{dQ}{T}$

$\Delta S = \int_{1 \to 2} \frac{dQ(T)}{T}$ reverzibilen prehod

$\Delta S > \int_{1 \to 2} \frac{dQ(T)}{T}$ ireverzibilen prehod





$I = II = adiabata = dQ = 0$

$\frac{Q_2}{T_2} = \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q}{T} = konst.$

$\frac{Q}{T} = 0$ - po isti adiabati,

sprememba entalpije $\Delta S = \frac{Q_{reverzib.}}{T}$

velja če naredimo predod po ist temperaturi,

$\Delta S = 0 \Rightarrow$ velja - na abiabati
- za ciklično spremembo

$\Delta S \geq 0$

II zakon termodinamike [illegible]

$dQ_{cel} = dQ_{dovod} + dQ_{pretv.} \Rightarrow$ (delo pretvorja v toploto).

$dS = \frac{dQ_{dov}}{T}$

če sta enaka je prehod reverzibilen, če je $\frac{dQ_{dov}}{T} < dS$ je proces ireverzibilen.

9.14. (Nadaljevanje):

Manjša je razlika bolj je reverzibilen.

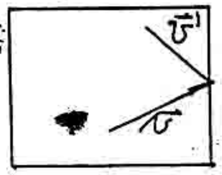
II zakon termodinamike

$\Delta S > 0$ - ireverzibilno

$\Delta S = 0$ - reverzibilno

Entropija lahko narašča ali pa je konstantn

* 9.15. Kako si razlagamo tlak idealnealnega plina in kako izpeljemo povezavo med temperaturo in kineticno energijo mulekul v zraku? Koliksna je specificna toplota pri stalnem volumnu za idealni plin? Tlak je posledica udarcev in elasticnih trkov mulekul ob ploskev.



$\vec{v} = (v_x, v_y, v_z)$

$\vec{v}' = (-v_x, v_y, v_z)$

$\Delta\vec{v} = (-2v_x, 0, 0)$

$-\Delta\vec{v} = 2v_x$

$$\Delta t = \frac{2l}{v_x} \; ; \; F_i = \frac{\Delta G_i}{\Delta t} = \frac{m_i \cdot \Delta v}{\Delta t}$$

$$\frac{F_i}{S} = \frac{2 m_i \cdot v_x^2}{2l} \cdot \frac{1}{S} = p_i$$

$$p \cdot V = m \cdot v_x^2 = \sum_{i=1}^{N} m_i \cdot v_x^2$$

$$p \cdot V = m \cdot N \cdot \overline{v_x}^2$$

$$\overline{v}^2 = \overline{v_x}^2 + \overline{v_y}^2 + \overline{v_z}^2 \Rightarrow \overline{v}^2 = 3\overline{v_x}^2$$

$$p \cdot V = \frac{2}{3} N \cdot \frac{m \cdot \overline{v}^2}{2} = \frac{2}{3} N \cdot \overline{W_k} = \frac{m \cdot R \cdot T}{M} \Rightarrow (*)$$

$$(*) \Rightarrow \overline{W_k} = \frac{3}{2} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$W_k = \frac{3}{2} \frac{R \cdot T}{N_A} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

$$W_n = \frac{3}{2} \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$c_v = \frac{1}{m} \cdot \frac{dW_n}{dT} = \frac{3}{2} \frac{R}{M}$$

$$p \cdot V = \frac{2}{3} \overline{W_k} \cdot N$$

$$\overline{W_{k_1}} = \frac{3}{2} \frac{m}{M} \cdot \frac{R \cdot T}{N}$$

$$\overline{W_{k_1}} = \frac{3}{2} \frac{m_1 \cdot \cancel{N}}{M} \cdot \frac{R \cdot T}{\cancel{N}}$$

$$M = m_1 \cdot N_L$$

$$\overline{W_{k_1}} = \frac{3}{2} \frac{R \cdot T}{N_L}$$

$$\overline{W_{k_1}} = \frac{3}{2} k \cdot T \quad k = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

$$\frac{m_1 \cdot \overline{v}^2}{2} = \frac{3}{2} \frac{m_1 \cdot R \cdot T}{M}$$

$$\overline{v}^2 = \frac{3 \cdot R \cdot T}{M}$$

$$U_m = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

$$c_v = \frac{1}{m} \cdot \frac{dU_m}{dt} = \frac{3}{2} \frac{R}{M}$$

m_i .... i-ta masa mulekule.

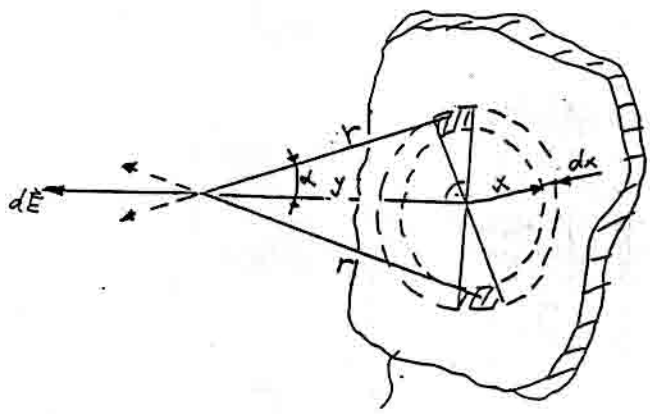
k .... Bolzmanova konstanta

U_m .... notranja energija plina

10 **Kaj veš o električnem naboju?**

S fizikalno količino el. naboj e izrazimo lastnost snovi zaradi katere učinkuje el. sila. Glede na privlačnost ali odbojnost sile ločimo pozitivne in negativne naboje. Istoimenska naboja se odbijata $F\ominus\ \ominus F$, raznoimenska pa se privlačita $\ominus F\ F\oplus$. Snov, ki vsebuje enako število e^+ in e^- delcev je navzven nevtralna. Pomembno je to, da vsaka snov vsebuje el. delce. El. naboj je sestavljen iz enakih delcev osnovnih ali elementarnih nabojev (e_0). Pravimo, da je osnovni naboj kvant električnega naboja.

Kako je definirana el. poljska jakost in kako jo izračunamo za primer enakomerno porazdeljenega naboja na neskončni ravni ploskvi?
Kaj je električna silnica?
Jakost električnega polja je kvocient el. sile in naboja $E = \frac{F}{e}$ na katerega polje učinkuje. Smer jakosti je smer el. sile na pozitivni naboj. Z silnicami ponazarjamo smer el. polja. To so črte katerih tangente kažejo smer jakosti el. polja. Silnice izvirajo iz pozitivnega naboja in ponikujejo v negativnem naboju.



σ-enakomerno porazdeljen naboj
σ-gostota naboja

$$dE = \frac{\cos\alpha \, de}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$de = \sigma \, dS = \sigma \cdot 2\pi x \, dx$$

integriramo po kotu α:

$$x = \tan\alpha \cdot y$$

$$dx = \left(\frac{y}{\cos^2\alpha}\right) d\alpha$$

$$r = \frac{y}{\cos\alpha}$$

$$dE = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \sin\alpha \, d\alpha$$

$$E = \int dE = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\alpha \, d\alpha$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ – neskončna ravna plošča

Kako se vede v električnem polju prevodna snov in kako izolator. Kaj je dielektričnosti in kako jo izmerimo?

- Prevodna snov vsebuje oblak prostih elektronov, ki vsebujejo gibljive nosilce el. naboja. Ko ga položimo v el. polje, se na površini prevodnika influirajo el. naboji. Razporedijo se tako, da z lastnim el. poljem uničujejo vpliv zunanjega el. polja, zaradi česar je el. poljska jakost v notranjosti prevodnika nič.
- Izolator je sestavljen iz električno nevtralnih atomov, če pa vsebujejo električne delce se ti ne morejo premikati skozi snov. Večina atomov je grajenih tako, da se težišče pozitivnega in negativnega naboja pokriva. Ko tako snov položimo v el. polje se pozitivni naboj premakne v smeri silnic , negativni pa proti smeri . Tako se raztegne v dipol, pri čemer se težišči razmakneta in pravimo, da se polarizirata, to izrazimo z dipolnim momentom. El. polje v snovi slabi vendar se ne izniči povsem.

- Dielektričnost: d. neke snovi je število, ki pove, kolikokrat je polska jakost v snovi manjša, kot je bila poljska jakost na mestu, preden smo tja položili snov. Dielektričnost prevodnika je neskončno velika, izolatorja pa 1.

$$E = \frac{E_0}{\varepsilon}$$

E_0 - prvotna poljska jakost
E - poljska jakost v dialektiku
ε - dialektičnost snovi

Definicija el. poljske gostote in električnega pretoka. Čemu je enak pretok električnega polja skozi zaključeno ploskev?

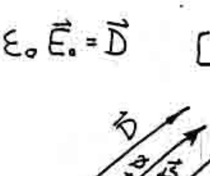
Električni pretok $\Phi_e = \varepsilon_0 \int \vec{E} d\vec{S}$ skozi poljubno zaključeno ploskev je algebraična vsota vseh električnih nabojev, ki jih ta ploskev objema.
Električni pretok predstavlja pojav v električnem polju in ta je največji, če so tokovnice pravokotne na ploskev.

$\Phi_m = \int \rho \cdot \vec{v}\, d\vec{S}$ električni pretok je enak masnemu toku, namesto $\vec{v}$ je poljska jakost $\vec{E}$ in namesto gostote ρ uporabimo influenčni količnik ε_0.
$\Phi_e = \int \varepsilon_0 \vec{E} d\vec{S}$

- električna poljska gostota : $\varepsilon_0 \vec{E}_0 = \vec{D}$ $\quad [D] = \frac{As}{m^2}$ $\quad \vec{D} = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \vec{E}$

$d\Phi_e = \vec{D} \cdot d\vec{S} = D \cdot dS \cdot \cos\Theta$

$[\Phi_e] = As = \text{Coulon}$



$$\Phi_e = \iint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \iint_{v\,\text{kroml}} \vec{D}\, d\vec{S} + \iint_{\text{zunaj}} \vec{D}\, d\vec{S} = \vec{D} \iint d\vec{S} = D \cdot A = q$$

Definicija električne napetosti. Kako povežemo napetost in električno poljsko jakost z napetostjo?

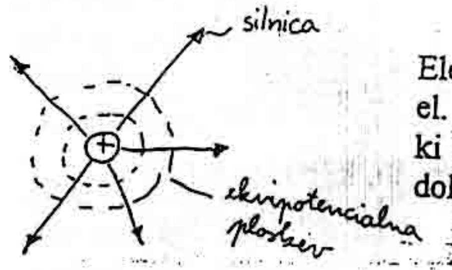
Napetost med določenima mestoma električnega polja predstavlja električno delo, ki je potrebno, da se enota naboja z enega mesta prenese na drugo.

$\Delta U = \cancel{U_1} - U_2$ $\quad U = \int^{2} \vec{E}\, d\vec{s}$ $\quad [U] = V = \frac{J}{As}$

NAPETOST je razlika potencialov v dveh točkah.

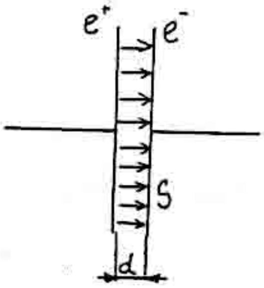
$$\Delta U = \frac{\Delta W_p}{q_0} = - \frac{\int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}\, d\vec{r}}{q_0} = - \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}\, d\vec{r}$$

(Električna poljska jakost je gradient napetosti)



Električna poljska jakost homogenega el. polja pove napetost med mestoma, ki sta v smeri silnic oddaljeni za enoto dolžine.

Izpelji povezavo med napetostjo in nabojem na kondenzatorju. Kolikšna je sila med ploščama?



$U = \int \vec{E}\, d\vec{s}$
$U = E\, d$
$U = \frac{e}{4\pi\varepsilon_0 d} \cdot d$
$e = 4\pi\varepsilon_0 d\, U$
$e = C \cdot U$

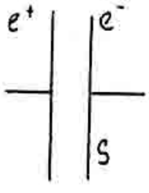
C – kapaciteta kondenzatorja
$[C] = F = \frac{As}{V}$

$$U = -\int_c \vec{E}\, d\vec{s} = \int_0^d \vec{E}\, d\vec{s} = E \cdot d$$

$$E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 \cdot S}$$

$$U = \frac{q\, d}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S} = \frac{q}{C} \Rightarrow C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d} \left[\frac{As}{V} = F\right]$$

Sila med ploščama



$E = E_+ + E_-$
$\cancel{\vec{F} = e \cdot \vec{E}}$
$\cancel{F = \frac{\varepsilon_0 S \cdot U^2}{2d^2}}$
$\cancel{F = \frac{\varepsilon_0 S}{2d}\left(\frac{e \cdot d}{\varepsilon_0 S}\right)^2 = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 S}}$

$E = \frac{U}{2d}$
$e = \frac{\varepsilon_0 S}{d} U$

$$F = q \cdot E = \frac{q^2}{2S\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{2d^2} \cdot U^2$$

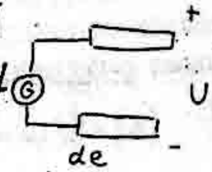
$$E = \frac{q}{2\varepsilon_0 S} \qquad q = C \cdot U = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \cdot U$$

Izpelji izraz za delo pri polnjenju kondenzatorja in pokaži kako pridemo do izraza za gostoto energije el. polja?

Kondenzator s ploščama. $V = l \cdot S$ (med ploščama), $U = E \cdot l$ v kondenzatorju, $C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 S/l$

$$dA = U \cdot dq$$
$$CudU$$

$$A = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S \cdot E^2 \cdot l^2}{l\ 2}$$



$$\boxed{A = C\int_0^U UdU = \frac{C \cdot U^2}{2}}$$

$W_e = A$, gostota pa

$$\frac{dW_e}{dV} = \frac{A}{V} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S \cdot E^2 \cdot l}{2V}$$

$$\frac{dW_e}{dV} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2}{2}; \quad \vec{D} = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \vec{E}$$

$$\frac{dW_e}{dV} = \frac{\vec{D} \cdot \vec{E}}{2}$$

Naboje vzamemo napetosti pri polnjenju eni plošči in jih prenesemo na drugo, le-ta prenese naboj dq opravi $dA = U \cdot dq$. Prenesen naboj povzroči spremembo napetosti $dq = C \cdot dU$

$$dA = U \cdot dq = U \cdot C \cdot dU$$

$$A = \int_0^U U \cdot C \cdot dU = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

$$A = \frac{e \cdot U}{2} = \frac{e^2}{2C}$$

$$A = \frac{\varepsilon_0 S}{l} \cdot \frac{(E \cdot l)^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S \cdot l \cdot E^2}{2}$$

$$W_e = \frac{A}{V} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E^2}{2} = \frac{\vec{D} \cdot \vec{E}}{2}$$

(11) VPRAŠANJA O EL. TOKU

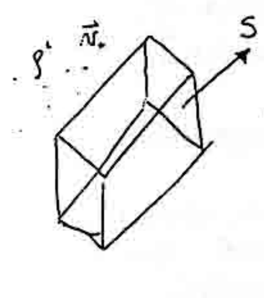
El tok **Definicija in enota električnega toka. Kako ga izrazimo z gostoto in hitrostjo nosilcev naboja? Zakon o ohranitvi naboja!**

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$I = \frac{dq}{dt} \qquad I = [A] = \left[\frac{C}{s}\right]$$

Električni tok (I) definiramo kot naboj, ki v povprečju steče v enoti časa. Pri toku 1A(amper) steče v 1 sekundi skozi prečni presek naboj 1C(coulon).

$$\rho = \frac{dq}{dV}$$



$$dV = \vec{l} \cdot d\vec{S} \qquad dQ = dQ_+ + dQ_-$$
$$\rho_+ \cdot dV = dQ \qquad dQ = S(\rho_+ v_+ + \rho_- v_-)dt$$
$$\rho_+ = \frac{dQ}{dV} \qquad I = S \cdot (\rho_+ v_+ + \rho_- v_-)$$
$$I = S \cdot \rho (v_+ - v_-)$$
$$\rho_+ = -\rho_- = \rho \qquad j = \rho(v_+ - v_-)$$
$$\frac{I}{S} = j$$

$$\vec{j} = \rho_+ \vec{v}_+ + \rho_- \vec{v}_- \qquad [\vec{j}] = \frac{A}{m^2}$$
$$\vec{j} = \rho(\vec{v}_+ - \vec{v}_-)$$

$$I_+ = \frac{de_+}{dt} = \frac{\rho_+ \vec{v}_- dt\, d\vec{S}}{dt}$$
$$I_+ = \rho_+ \vec{v}_+ d\vec{S}$$
$$I_- = \rho_- \vec{v}_- d\vec{S}$$
$$I = (\rho_+ \vec{v}_+ + \rho_- \vec{v}_-) \cdot d\vec{S}$$

$$\oint j\, d\vec{S} = \frac{de}{dt}$$

$$dV = \vec{l} \cdot d\vec{S}$$
$$\rho = \frac{de}{dV}$$

$$I_+ = \frac{de}{dt} = \frac{\rho \cdot dV}{dt} = \frac{\rho \cdot \vec{l} \cdot d\vec{S}}{dt} = \frac{\rho \cdot \vec{v} \cdot dt \cdot d\vec{S}}{dt} = \rho_+ \cdot \vec{v}_+ \cdot d\vec{S}$$

$$I_- = \rho_- \vec{v}_- d\vec{S}$$

$$I = (\rho_+ \vec{v}_+ + \rho_- \vec{v}_-) \cdot d\vec{S}$$

$$I = \oiint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \iint_0 \vec{j} \cdot dS$$

Kontinuitetna enačba, s njo opišemo zakon o ohranitvi naboja, ki pravi, da nabojev ne moremo ustvariti ali uničiti, lahko pa ga premikamo po prostoru.

Ohmov zakon. Definicija in enota upora. Definicija specifične el. upornosti in prevodnosti. Kako je upor odvisen od temperature? Kolikšna je moč, ki se troši na uporu? Zakaj je na daljnovodu visoka napetost?

Ohmov zakon: tok skozi prevodnik je premosorazmeren s priključeno napetostjo $I = \frac{U}{R}$ in obratnosorazmeren uporu. Električni upor nam pove, kolikšno napetost moramo priključiti med konca prevodnika, da bo skozi upornik stekel tok 1 ampera. $[R] = \Omega\,(\text{ohm}) = \frac{V}{A}$

- Specifična upornost (ζ) je parameter, ki je odvisen od vrste snovi in ima enoto $[\Omega \frac{mm^2}{m}]$ pove pa upor 1m dolgega in 1 mm prečnega prereza upornika.
- Specifična el. prevodnost je obratna vrednost specifične el. upornosti $\frac{1}{\zeta}$, ta ima podobno vlogo kot toplotna prevodnost.

ρ – specifična upornost ζ specifična prevodnost $\vec{j} = \zeta \cdot \vec{E}$ $[\zeta] = \frac{A}{Vm} = \frac{1}{\Omega m}$

Specifični upor je pri višji temperaturi višji. $\left(\frac{\Delta R}{R} = \alpha \cdot \Delta T\right)$ $R = \frac{l}{S} \cdot \rho$ $[\rho] = \Omega = \frac{V}{A}$

temperaturni koeficient upora

Moč na uporu

$$dW = U\,de \;/\; \cdot \frac{1}{dt} \qquad P = \frac{dW}{dt}$$
$$\frac{dW}{dt} = U \cdot \frac{de}{dt}$$
$$P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R} \quad / \quad U = J \cdot R$$

$$dA = de \cdot U \;/\; \frac{1}{dt}$$
$$\frac{dA}{dt} = \frac{de}{dt} \cdot U$$
$$P = I \cdot U = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

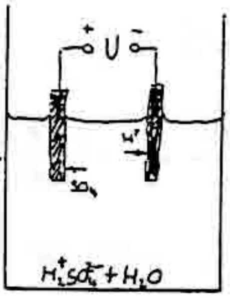
Napetost in tok sta povezana z ohmovim zakonom. Iz enačbe je razvidno, da se moč potrešena v daljnovodih ni izkoriščena, zato s transformatorji dvignemo napetost na nekaj kV zato, da imamo izredno majhen tok in tako so tudi izgube majhne.

$$\frac{dR}{R} = \gamma \cdot dT \approx \frac{dS}{S}$$ (temp. k. upora)

Ker si daljnovod lahko predstavljam kot neskončno majhnih žic vezanih zaporedno skozi vse žice teče tok J, napetost pa pada, zato lahko moč, ki jo prenesemo po daljnovodu izračunamo $P = J^2 \cdot R$

Zakon elektrolize in faradayev naboj. Opredelitev elementarnega naboja.

Pojav, da se zaradi električnega toka izloči (na elektrodah) snov, imenujemo elektroliza. Pozitivni kationi začnejo potovati k negativni katodi, negativni anioni pa k pozitivni elektrodi anodi. Vsak ion nosi en elementarni naboj $e_0 = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ As



Faradayev naboj : $\boxed{e_F = N_L\, e_0 = 9{,}6\; 10^7 \text{As}}$
Če skozi raztopino elektrolita steče en Faradayov naboj, se na elektrodi izloči 1kmol enovalentnega elementa.

$$N_A \cdot e_0 = Q_m \Rightarrow 96500\ \text{As/mol}$$

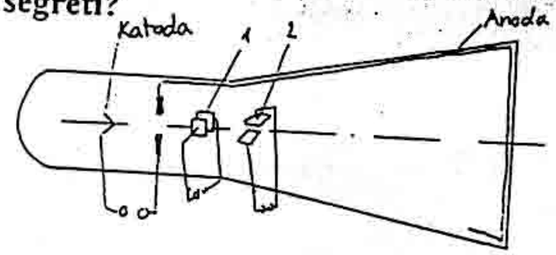
$$m = \frac{q}{q_F} \;;\; m = \frac{M \cdot n}{z} = \frac{M \cdot q}{z\, q_F}$$

$$q = J \cdot t \Rightarrow \boxed{m = \frac{M \cdot J \cdot t}{z \cdot q_F}}$$

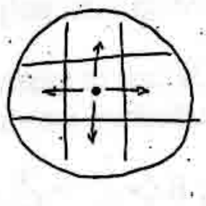
FARADAYEV ZAKON ELEKTROLIZE

$$q_0 = \frac{Q_F}{N_A} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{As}$$

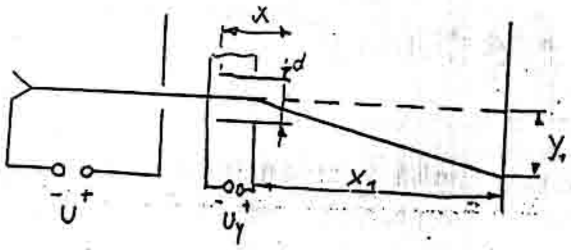
Kaj veš o katodni (Brownovi) cevi in o odklonu curka elektronov v njej? Kaj veš o diodni cevi in njeni karakteristiki? Zakaj ne moremo katodi segreti?



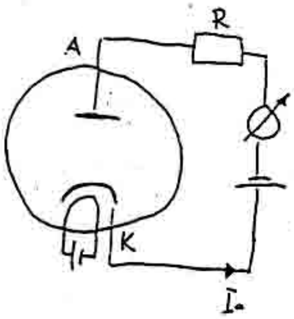
Brownova cev



curek elektronov gre skozi dva kondenzatorja (1,2). Odklon curka je sorazmeren z napetostjo med ploščama kondenzatorja



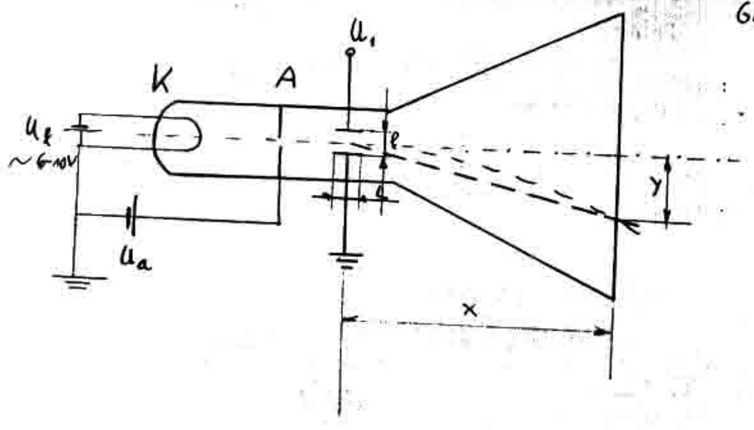
$$y_1 = \frac{U_y \cdot x \cdot x_1}{2 \cdot d \cdot U}$$



Med anodo in katodo priključimo anodno napetost. Iz katere emitirani elektroni se do anode pospešujejo. Ti udarjajo ob anodo in jo vzburjajo da seva zeleno svetlobo. Dioda prevaja tok, če je katoda negativna in anoda pozitivna.

Katode ne moremo segreti, ker je pozitivna in ne more oddajati elektronov (ker jih primankuje) poleg tega vsrkava nazaj izhlapele elektrone, to izkoriščamo za usmerjanje izmenične napetosti.

GLEJ ALEKSIĆA – BUKVO 247 str



(12) VPRAŠANJA O MAG. POLJU, I. del

Definicija magnetne poljske jakosti in magnetne linije. Izraz za silo na tokovnik v magnetnem polju in enota magnetne poljske gostote. Definicija mag. pretoka. Kolikšen je mag. pretok skozi zaključeno ploskev?

Magnetna poljska jakost (H $[\frac{A}{m}]$)

Jakost magnetnega polja definiramo s pomočjo sile, s katero magnetno polje učinkuje na vodnik.

$[B]=\frac{N}{Am}=\frac{J}{Am^2}=\frac{Ws}{Am^2}=\frac{Vs}{m^2}=$T (tesla)

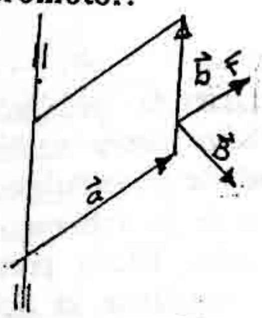
$H=\frac{NI}{l}$ dolga tuljava; $\frac{I}{2\pi r_0}=H$ vodnik; $\vec{B}=\mu_0\cdot\vec{H}$

$F = I\,L\,B\sin\theta$ $\quad \vec{F}=L\cdot\vec{I}\times\vec{B}$

$\vec{H}=\frac{1}{4\pi}\int_C\frac{\vec{r}\times d\vec{l}(r)}{r^3}$ ob poljubnem vodniku C

Magnetni pretok: $\phi m=\vec{B}\cdot d\vec{S}$ $\quad \Phi_m=\oint_S\vec{B}\cdot d\vec{s}=0$ STATIČNI PRIMER

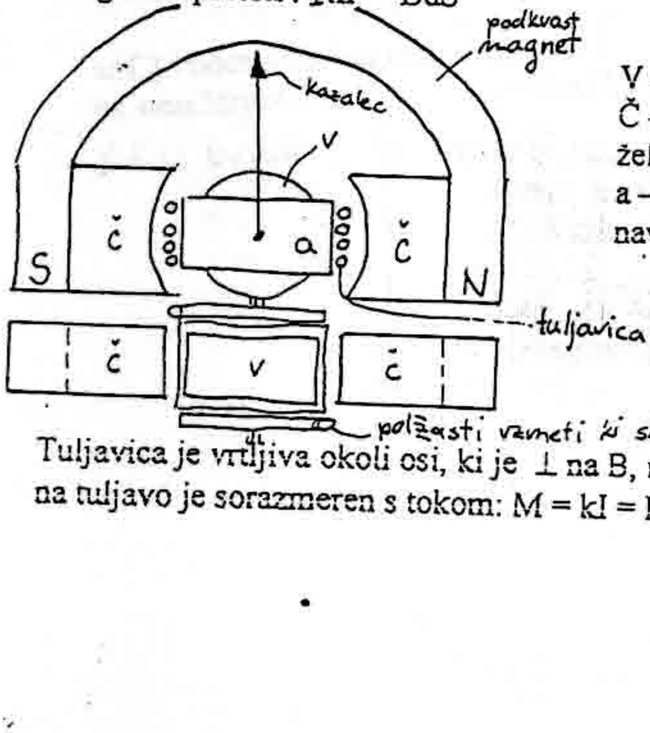
Izpelji izraz za navor na tokovno zanko v magnetnem polju. Definicija magnetnega pretoka. Kako deluje ampermeter na vrtljivo tuljavico in elektromotor.



$M = F\cdot a\sin\theta$
$M = I\,a\,b\,B\sin\theta$
$M = I\,S\,B\sin\theta$
$M = I\,\vec{S}\times\vec{B}$

$M = F\cdot a\cdot\sin\varphi$
$M = B\cdot I\cdot b\cdot a\cdot\sin\varphi$
$M = I\cdot B\cdot S\cdot\sin\varphi$
$M = I\cdot\vec{S}\times\vec{B}$

Magnetni pretok : $\Phi_m=\vec{B}d\vec{S}$



V – nepremični valj iz mehkega železa
Č – zaobljena polova čevlja iz mehkega železa
a – aluminijast okvir na katerega je navita tuljavica

Tuljavica je vrtljiva okoli osi, ki je ⊥ na B, na njo pa je pritrjen kazalec. Navor na tuljavo je sorazmeren s tokom: $M = kI = D\,\varphi$

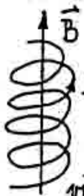
② - I. del

MAGNETNO PO...

4.) KAJ VEŠ O MAGNETNEM POLJU V DOLGO TULJAVI IN OB RAVNEM VODNIKU? IZPELJI IZRAZ ZA SILO MED PREMIMA TOKOVODNIKOMA IN POVEJ KAKO JE DEFINIRAN 1A?

μ_0 - indukcij. konstanta

MAGNETNO POLJE JE V NOTRANJOSTI DOLGE TULJAVE HOMOGENO; B JE V RAZLIČNIH TOČKAH POLJA ENAK.



SPLOŠNO: $B = \mu_0 NI (l^2 + d^2)^{-\frac{1}{2}}$ d = premer tuljave, l = dolžina tuljave

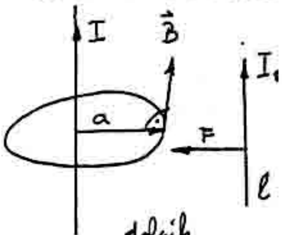
$(l \gg d) \Rightarrow \boxed{B = \mu_0 N \frac{I}{l}}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$

smer DESNI vijak, vrtiš v smeri toka.

MAGNETNA POLJSKA GOSTOTA V OKOLICI RAVNEGA, NESKONČNO DOLGEGA VODNIKA JE PREMOSORAZMERNA TOKU I SKOZI VODNIK IN OBRATNO SORAZMERNA PRAVOKOTNI ODDALJENOSTI a OD VODNIKA.

silnice koncentrični krogi okoli vodnika



V4 PODLAGI POIZKUSOV $\nearrow$ $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

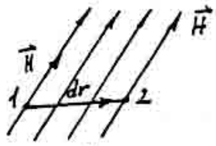
$F = l I_1 B = \frac{\mu_0 I_1 I l}{2\pi a}$

V DVEH dolgih VZPOREDNIH TOKOVODNIKIH TEČE TOK I=1A, ČE JE DOLŽINA TOKOVODNIKOV L=1m NA RAZDALJI a=1m IN JE SILA MED NJIMA F=2*10⁻⁷N.

5.) DEFINICIJA MAGNETNE POLJSKE JAKOSTI IN NAPETOSTI. ČEMU JE ENAKA MAGNETNA NAPETOST PO ZAKLJUČENI ZANKI V STACIONARNEM PRIMERU.

$H = \frac{IN}{l}$ $B = \mu_0 \cdot H$ ← magnetna poljska jakost $[H] = \frac{A}{m}$ $U = \frac{dA}{dQ}$ $U = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{s}$

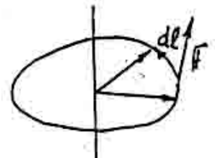
$H = \frac{I}{2\pi r}$ (za krog) $dU_m = \vec{H} \cdot d\vec{s} = H \cdot ds \cdot \cos\theta$



$\cancel{\Delta U_m = \int_1^2 \vec{H} d\vec{r}}$ $U_m = \int_C \vec{H} d\vec{s}$ $[U_m] = A$

ZA ZAKLJUČENO ZANKO → $U_m = \oint \vec{H} d\vec{s} = H \oint ds = H \cdot 2\pi r$ ZA RAVNI TOKOVODNIK: $H = \frac{I}{2\pi r}$

$\cancel{\Delta U_m = \oint \frac{I}{2\pi r} dl = \frac{I}{2\pi r} 2\pi r = I}$



Integral po zaključeni zanki magnetne napetosti je enak objetemu toku.

$U_m = \frac{I \cdot 2\pi r}{2\pi r}$

$U_m = I$

6.) KAKO OPIŠEMO VPLIV PRISOTNOSTI SNOVI NA MGNETNO POLJE . LASTNOSTI DIA-, PARA- INFEROMAGNETNIH SNOVI. KAJ VEŠ O HISTEREZNI ZANKI ŽELEZA?

VPLIV SNOVI NA GOSTOTO MAGNETNEGA POLJA POPIŠEMO S FAKTORJEM μ, KI SE IMENUJE PERMEABILNOST.

$B = \cancel{\mu_0 H_0} = \mu \mu_0 H = \mu \cdot B_0$

μ ↓ permeabilnost

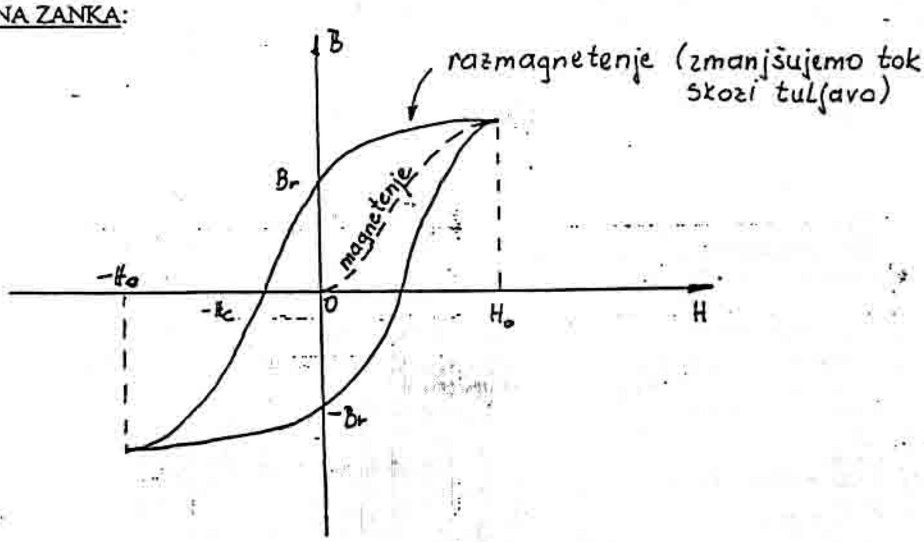
GLEDE NA VREDNOST PERMEABILNOSTI RAZDELIMO SNOVI V TRI SKUPINE:

DIAMAGNETNE SNOVI, KI IMAJO μ BLIZU 1, VENDAR JE MANJŠI OD 1. MAGNETNA POLJSKA GOSTOTA SE OSLABI, ČE V POLJE POLOŽIMO DIAMAGNETNO SNOV. DIAMAGNETNE SNOVI MAGNETNO POLJE IZRIVAJO OZ. JIH MAGNETNO POLJE IZRIVA.

PARAMAGNETNE SNOVI, KI IMAJO μ SICER VEČJI OD 1, VENDAR JE BLIZU 1. MAGNETNO POLJE SE NEKOLIKO OJAČI, ČE VANJ POLOŽIMO PARAMAGNETNO SNOV. PARAMAGNETNE (FEROMAGNETNE) SNOVI SILIJO V MAGNETNO POLJE, POLJE JIH PRIVLAČI.

FEROMAGNETNE SNOVI, KI IMAJO IZREDNO VELIKO PERMEABILNOST, μ JE LAHKO DO VEČ DESET TISOČ. FEROMAGNETIZEM JE POTENCIRAN PARAMAGNETIZEM IN JE V ZVEZI S KRISTALNO STRUKTURO SNOVI.

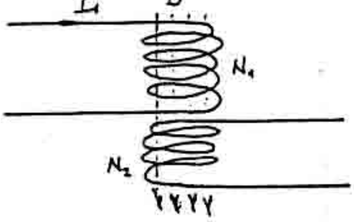
HISTEREZNA ZANKA:



Pri točki Br je tok skozi tuljavo 0. Dobimo stalen magnet. Če povečujemo tok v nasprotni smeri se pri toku Ic magnetna poljska gostota uniči. Če nasprotni tok še večamo se feromagnetna snov zopet namagneti le, da tokrat v nasprotnem smislu.

$$\Phi_{m_1} = \vec{B}\cdot\vec{S} = \vec{B}\cdot\vec{n}\cdot S = B\cdot S$$

7.) IZPELJI IZRAZ ZA INDUKTIVNOST TULJAVE.



$$B = \mu\mu_0 \frac{I_1 N_1}{l_1}$$

$$\phi_{m_1} = N_1 S B = \mu\mu_0 \frac{S N_1^2}{l_1} I_1$$

$$\phi_{m_1} = L_{11} I_1$$

$$L_{12} = \mu\mu_0 \frac{S_1 N_1^2}{l_1} \qquad [L] = \frac{Vs}{A} = H = \text{henry}$$

medsebojna induktivnost

$$L_{11} = \mu\mu_0 \frac{S_1 N_1^2}{l_1}$$

$$\phi_{m_1} = L_{11} I_1$$

Lastna induktivnost

$$B = \mu\cdot\mu_0 \frac{I_1\cdot N_1}{l_1}$$

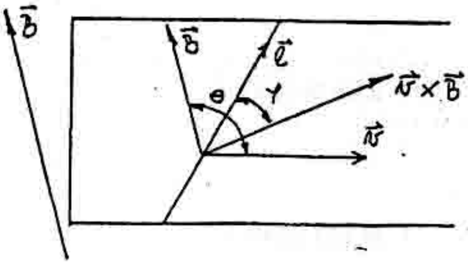
$$\phi_{m_2} = N_2 B\cdot S = \mu\cdot\mu_0 \frac{N_1\cdot N_2}{l_1}\cdot S_2\cdot I_1$$

$$\phi_{m_2} = L_{12}\cdot I_1$$

$$L_{12} = \mu\cdot\mu_0 \frac{S_2 N_1 N_2}{l} \qquad [L] = H$$

13 VPRAŠANJA O ONDUCIRANI NAPETOSTI

1.) IZPELJI IZRAZ ZA INDUCIRANO NAPETOST V RAVNEM TOKOVODNIKU, KI SE GIBLJE V MAGNETNEM POLJU. MOČ INDUCIRANE NAPETOSTI IN ZAVIRANJE TOKOVODNIKA.



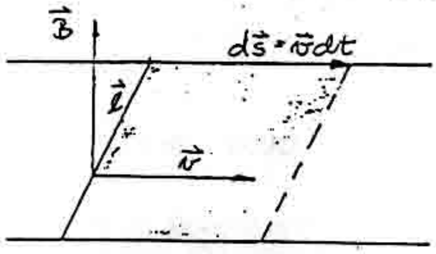
$$dA = F ds = I l B v dt$$
$$dA = U_i I dt$$
$$U_i = l v B \Rightarrow l \perp v \perp B$$

$$F_m = I(\vec l \times \vec B) \qquad ds = v dt$$
$$dA = U_i I dt = -\vec F ds = -I(\vec l \times \vec B) v dt$$
$$U_i = -(\vec l \times \vec B)\vec v = (\vec B \times \vec l)\vec v = \vec B(\vec l \times \vec v)$$
$$U_i = l \cdot v \cdot B \sin\theta \cos\varphi$$
$$U_i = (\vec l \times \vec v)\cdot \vec B$$

$$P = -\vec v \cdot \vec F$$
$$P = -I \cdot \vec v(\vec l \times \vec B)$$
$$P = I(\vec l, \vec v, \vec B)$$
$$P = I \cdot U_i$$

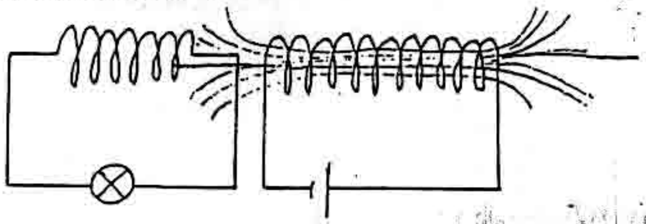
Pri premikanju tokovodnika v magnetnem polju se v njem inducira električni tok tako, da magnetna sila zaradi tega zavira gibanje tokovodnika.

2.) POVEZAVA INDUCIRANE NAPETOSTI Z MAGNETNIM PRETOKU SKOZI ZANKO. S KATERIM EKSPERIMENTOM SMO POKAZALI USTREZEN ZAKON.



$$U_i = (\vec l, \vec v, \vec B) = (\vec l \times \vec v)\vec B = (\vec B \times \vec l)\vec v = -(\vec l \times \vec B)\vec v$$
$$U_i = -(\vec l \times \vec B)\frac{d\vec s}{dt} = -(d\vec s \times \vec l)\frac{\vec B}{dt}$$
$$U_i = -\frac{d\vec S \vec B}{dt} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$
$$\boxed{d\vec S = d\vec s \times \vec l} \qquad d\Phi_m = d\vec S \vec B$$

EKSPERIMENT:



$$U_i = (\vec l \times \vec v)\cdot \vec B$$
$$U_i = \frac{1}{dt}(\vec l \times d\vec s)\cdot \vec B$$
$$U_i = -\frac{d\vec S \cdot \vec B}{dt} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

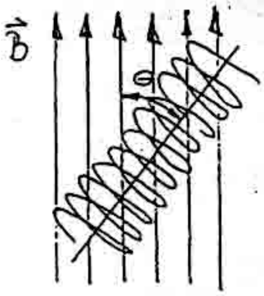
3.) LORENZOVO PRAVILO.

PRI PREMIKANJU VODNIKA PO MAGNETNEM POLJU SE NA KONCEH VODNIKA INDUCIRA NAPETOST, KI POŽENE TOK V TAKI SMERI, DA MAGNETNA SILA VEDNO NASPROTUJE PREMIKANJU VODNIKA.

$$F_m = I l B$$

Magnetna indukcija požene el. tok tako, da njegovo magnetno polje in magnetne sile, ki delujejo na tokovodnik nasprotujejo pojavu indukcije.

4.) IZPELJI IZRAZ ZA NAPETOST INDUCIRANO V TULJAVI, KI SE VRTI V MAGNETNEM POLJU. KAKO Z NJO DOLOČIMO B? KAKO JE DEFINIRANA POVPREČNA IN KAKOEFEKTIVNA NAPETOST? RAZLOŽI FIZIKALNI POMEN.

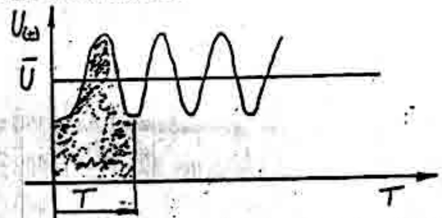


$$\Phi_m = NBS\cos\theta$$
$$\theta = \omega t$$
$$U_i = -\frac{d\Phi_m}{dt} = NBS\omega\sin(\omega t)$$
$$B = \frac{U_i}{N\,S\omega\sin(\omega t)}$$

$\Phi_m - N \cdot B \cdot S \cdot \cos\theta$
$\theta - \omega \cdot t$
$U_i - -\frac{\Phi_m}{dt} = N \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot t$
$B - \frac{U_i}{N\,S\omega\sin(\omega t)}$

-POVPREČNA NAPETOST: POVPREČNA NAPETOST JE ARITMETIČNA STEDINA NAPETOSTI V POSAMEZNIH TRENUTKIH

$$\int_0^T U_{(t)}\,dt = \bar{U}T$$
$$\bar{U} = \frac{1}{T}\int_0^T U_{(t)}\,dt$$



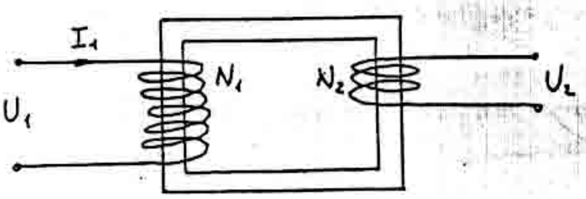
$$\bar{U} - \frac{1}{T}\int_0^T U_{(t)} \cdot dt$$

-EFEKTIVNA NAPETOST: EFEKTIVNA NAPETOST JE DOLOČENA SPOVPREČJEM KVADRATOV NAPETOSTI.

$$\bar{P} = \frac{1}{T}\int_0^T P(t)\,dt - \frac{A}{T}$$
$$U_{ef}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T U_{(t)}^2\,dt$$
$$\bar{P} - \frac{1}{T}\frac{1}{R}\int_0^T U^2(t)\,dt = \frac{U_{ef}^2}{R}$$
$$U_{ef}^2 - \frac{1}{T}\int_0^T U^2(t)\,dt$$

$$U_{ef}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T U_{(t)}^2 \cdot dt$$

5.) KAKO JE NAREJEN TRANSFORMATOR IN KAKO DELUJE? IZPELJI TRANSFORMATORSKO ENAČBO.



TRANSFORMATOR JE NAREJEN IZ ŽELEZNEGA JEDRA IN PRIMARNE TER SEKUNDARNE TULJAVE, KI STA NAVITI NA JEDRO TAKO, DA TULJAVI OBJEMATA PRAKTIČNO ENAK MAGNETNI PRETOK.

$$B = B_0\cos(\omega t)$$
$$U_{i1} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = N_1 S B_0 \omega \sin(\omega t)$$
$$U_{i2} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = N_2 S B_0 \omega \sin(\omega t)$$
$$\frac{U_{i1}}{U_{i2}} = \frac{N_1}{N_2} \quad ; \quad U_{i2} = U_{i1}\frac{N_2}{N_1}$$

$N_1 > N_2$ – ELEKTRIČNA ENERGIJA VISOKE NAPETOSTISE PRETVORI V ENERGIJO NIZKE NAPETISTI.
$N_1 < N_2$ – ENERGIJA NIZKE NAPETOSTI SE PRETVORI V ENERGIJO VISOKE NAPETOSTI.

6.) IZPELJI IZRAZ ZA GOSTOTO ENERGIJE MAGNETNEGA POLJA.

ENERGIJA MAGNETNEGA POLJA V TULJAVI Z INDUKTIVNOSTJO L = $W_{mp} = \frac{LI^2}{2}$

$$W_{mp} = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi_m I}{2} = \frac{NSBI}{2} = \frac{B \cdot S \cdot I \cdot NJ}{\ell} = \frac{VBNI}{2\ell} = \frac{VBH}{2} \qquad \left(H = \frac{NI}{\ell}\right)$$

MAGNETNO POLJE V NOTRANJOSTI TULJAVE JE HOMOGENO, ZATO JE ENERGIJA MAGNETNEGA POLJA ENAKOMERNO PORAZDELJENA. VPELJEMO KOLIČINO GOSTOTA ENERGIJE MAGNETNEGA POLJA, KI POVE ENERGIJO NA ENOTO PROSTORNINE MAGNETNEGA POLJA.

$$\frac{W_{mp}}{V} = \frac{BH}{2} = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} \qquad (B = \mu\mu_0 H)$$

$$\frac{dW_m}{dV} = \frac{A}{V} = \frac{BH}{2}$$

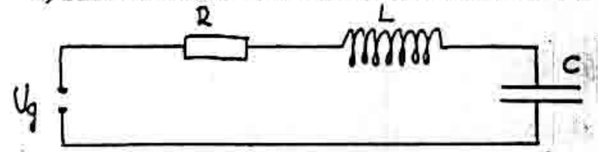
$$W_{mp} = \frac{LI^2}{2} = \frac{L \cdot I \cdot I}{2}$$

$$= \frac{\Phi_m \cdot I}{2} = \frac{H \cdot B \cdot S \cdot I}{2} =$$

$$= \frac{H \cdot B \cdot V \cdot I}{2 \cdot \ell} = \frac{VBH}{2}$$

$$w_{mp} = \frac{BH}{2}$$

7.) IZPELJI IZRAZ ZA INDUKTIVNI IN KAPACITIVNI UPOR.



$$U_g = U_0 \cos(\omega t)$$

$$\boxed{U_g = RI + L\frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C}}$$

- INDUKTIVNI UPOR:

$R = 0 \quad ; \quad \frac{1}{C} = 0$

$L\frac{dI}{dt} = U_0 \cos(\omega t)$ integriram

$I = I_0 \sin(\omega t)$

$L I_0 \cancel{\cos(\omega t)} = U_0 \frac{1}{\omega} \sin(\omega t)$

$L\omega I_0 = U_0 \quad \leftarrow R = \frac{U}{J}$

$\boxed{R_L = L \cdot \omega}$

$R = 0 \qquad \frac{1}{C} = 0$

$L\frac{dI}{dt} = U_g \qquad I = I_0 \cdot \sin(\omega t)$

$L \cdot I_0 \omega \cancel{\cos(\omega t)} = U_0 \cdot \cancel{\cos(\omega t)}$

$U_0 = I_0 \cdot L\omega$

$R_L = L\omega$

- KAPACITIVNI UPOR:

$R = 0 \quad ; \quad L = 0$

$J = \frac{dq}{dt}$

$\frac{Q}{C} = U_g$

$Q(t) = C \cdot U_g = C \cdot U_0 \sin(\omega t) \quad / \frac{d}{dt}$

$I = C U_0 \omega \cos(\omega t) \quad ; \quad J = J_0 \cdot \cos(\omega t)$

$I = I_0 \sin(\omega t)$

$I_0 \sin(\omega t) = C U_0 \omega \sin(\omega t)$

$I_0 = \omega C U_0$

$J_0 = C \cdot U_0 \cdot \omega$

$\frac{1}{\omega C} = \frac{U_0}{J_0} = R$

$U_0 = \underbrace{\frac{1}{\omega C}}_{} I_0$

$R_C = \frac{1}{\omega C}$

$R = 0 \qquad L = 0$

$U_g = \frac{Q}{C}$

$Q = U_g \cdot C \quad / \cdot \frac{1}{dt}$

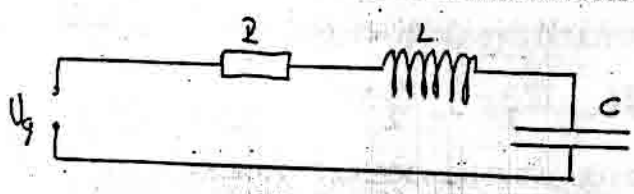
$I = U_0 \omega \sin(\omega t) \cdot C$

$I_0 \cdot \cancel{\sin(\omega t)} = U_0 \cdot \omega \cdot \cancel{\sin(\omega t)} \cdot C \; / \; :$

$U_0 = \frac{1}{\omega C} \cdot I_0$

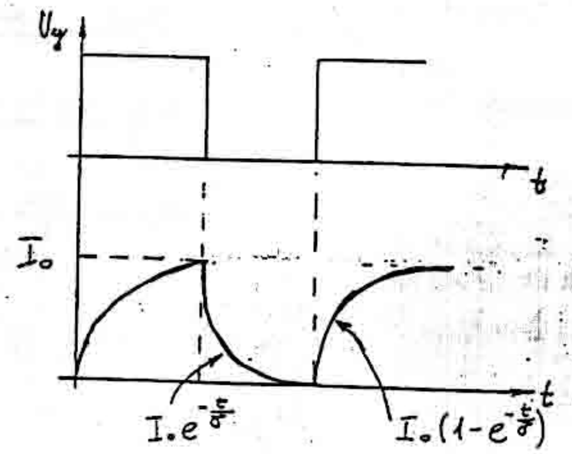
$R_C = \frac{1}{\omega C}$

8.) KAKO SE SPREMINJA TOK V TULJAVI ALI NAPETOST NA KONDEZATORJU,ČE STA POVEZANA PREKO UPORA Z GENERATORJEM PRAVOKOTNO IMPULZIVNE NAPETOSTI?



1. TOK V TULJAVI:

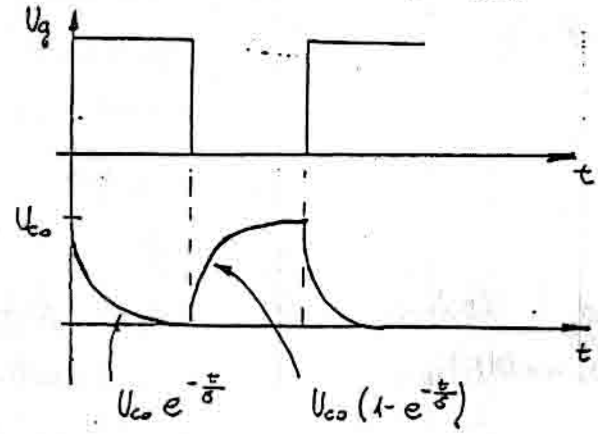
$I_{(t)} = I_0 e^{-\frac{t}{\tau_L}}$ $\quad \tau_L = \frac{L}{R}$



$$J(t) = J_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau_L}\right)$$

2. NAPETOST NA KONDENZATORJU:

$U_C = U_{C0} e^{-\frac{t}{\tau}}$ $\quad \tau = R \cdot C$



$$U_C(t) = U_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau_C}\right)$$