

Skripta ni strokovno pregledana in obstaja možnost napak.
Zadnjič posodobljeno 4.X.2004, Klemen Ponikvar

E L E K T R I K A

a. Električni tok

Tok v kovinah

$$I = \frac{e}{t}$$

$$j = \frac{I}{S}$$

$$j = n \bar{v} e_0$$

Tok v elektrolitih

Gostota toka

$$j = n^+ e^+ v^+ + n^- e^- v^-$$

Faradayeva zakona:

$$I \cdot m = K e$$

$$K = C \frac{A}{Z}$$

$$II. C = \frac{1}{F}$$

$$F = N_a e_0 = 96.5 \times 10^6 \left[\frac{\text{As}}{\text{kg} - \text{ekv}} \right]$$

ali združena:

$$\frac{m}{e} = \frac{m_1}{Z e_0}$$

$$m_1 = \frac{A}{N_a}$$

I tok [A]

e preneseni električni naboj [As]

t čas prenosa [s]

j gostota toka [A/m²]

S prerez vodnika [m²]

n število nosilcev naboja na prostorninsko enoto [1/m³]

e_0 naboj elektrona [As]

\bar{v} srednja hitrost elektronov [m/s]

j gostota toka [A/m²]

n število ionov na prostorninsko enoto [1/m³]

e^+ , e^- naboj iona [As]

v^+ , v^- hitrost ionov [m/s]

m masa izločene snovi [kg]

F Faradayevo število $\left[\frac{\text{As}}{\text{kg} - \text{ekv}} \right]$

K elektrokemični ekvivalent [kg/As]
(masa na enoto naboja)

$\frac{A}{Z}$ kemični ekvivalent $\left[\frac{\text{kg}}{\text{kg} - \text{ekv}} \right]$

C sorazmernostni faktor $\left[\frac{\text{kg} - \text{ekv}}{\text{As}} \right]$

e_0 osnovni električni naboj [As]

N_a število osnovnih nabojev v
kg - ekvivalentu snovi [1]

m_1 masa atoma [kg]

e preneseni naboj [As]

A kiloatom snovi [kg]

Z valenca [kg - ekv]

Ohmov zakon

$$I = \frac{U}{R}$$

Ohmov zakon za dele brez izvorov napetosti:

$$I = \frac{U_g}{R_n + R_z}$$

Ohmov zakon za dele z izvori napetosti:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\lambda = \frac{1}{\rho}$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_0} = \alpha \Delta T$$

$$\rho_T = \rho_0 (1 + \alpha T)$$

I električni tok [A]

U električna napetost [V]

R električna upornost $\left[\Omega = \frac{V}{A} \right]$

ρ specifična upornost $[\Omega m]$

λ specifična prevodnost $\left[\frac{1}{\Omega m} \right]$

l dolžina vodnika (žice) [m]

S presek vodnika (žice) [m²]

U_g gonilna napetost [V]

R_n notranja upornost izvora $[\Omega]$

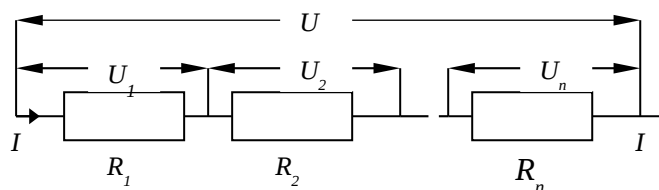
R_z zunanja upornost $[\Omega]$

ρ_0 specifična upornost pri 0°C $[\Omega m]$

ρ_T specifična upornost pri tem. T $[\Omega m]$

Vezava električnih uporov

Zaporedna vezava:



$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$U_i = R_i \cdot I$$

R_i i -ta upornost $[\Omega]$

R nadomestna upornost $[\Omega]$

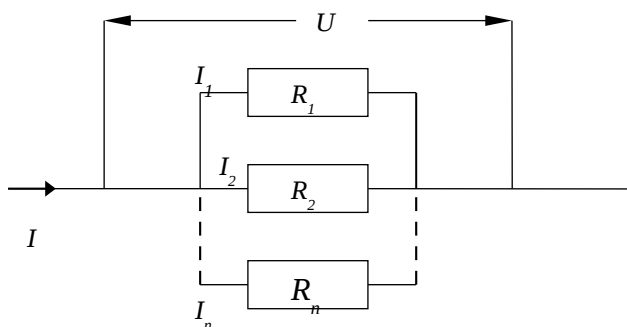
U_i napetost na i -tem uporu [V]

U celotna napetost [V]

I električni tok [A]

I_i tok v i -ti veji [A]

Vzporedna vezava:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$I_i = \frac{U}{R_i}$$

Kirchhoffova zakona:

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

I električni tok [A]

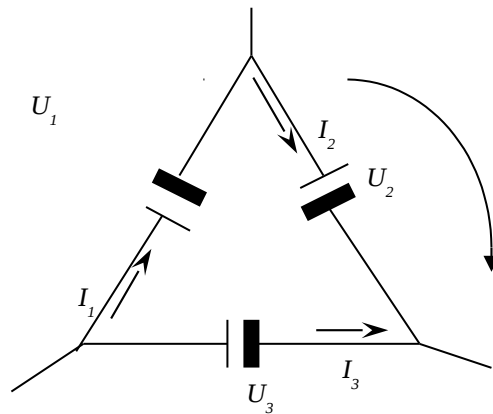
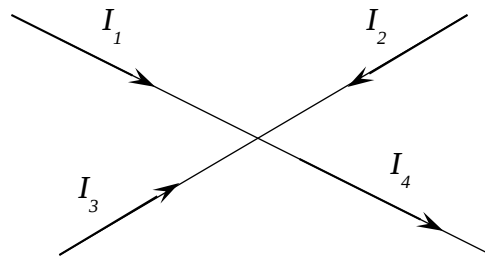
U električna napetost [V]

R električna upornost $[\Omega]$

Pri razvejitvi tokov štejemo tokove, ki prihajajo za pozitivne, tiste ki odhajajo, za negativne.

$$\text{II.) } I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = U_{01} + U_{02} - U_{03}$$

Pri električni zanki štejemo tokove in gonilne napetosti, ki se ujemajo z dogovorjeno smerjo obhoda, za pozitivne. Smer gonilne napetosti znotraj izvora je od negativnega pola proti pozitivnemu.



Električna energija

$$A = U \cdot e$$

$$A = U \cdot I \cdot t$$

$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$W_e = I^2 R \cdot t$$

$$W_e = \frac{U^2}{R} t$$

A delo električnega toka [J]

U električna napetost [V]

e električni naboj [As]

I električni tok [A]

R električna upornost [Ω]

P moč električnega toka [W=VA]

t trajanje toka [s]

W_e energija električnega toka (jouska toplota) [J]

b. električno polje

Električna poljska jakost

F sila na naboj e [N]

E električna poljska jakost [$\frac{N}{As} = \frac{V}{m}$]

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot e$$

$$E = \frac{F}{e}$$

Električna poljska jakost in ploskovna gostota naboja (Obrazci veljajo za vakuum ali zrak)

$$\sigma = \frac{e}{S} = \epsilon_0 E \cos \varphi$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

električna poljska jakost ob enakomerno nabiti neskončni plošči.

$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \rightarrow$ električna poljska jakost v ploščatem kondenzatorju

$E = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \rightarrow$ električna poljska jakost v okolici nabite krogle za $r > r_0$

Coulombov zakon

Sila med dvema točkastima nabojev

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e_1 e_2}{r^2} \rightarrow \text{če sta naboja v vakuumu.}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \cdot \frac{e_1 e_2}{r^2} \rightarrow \text{če sta naboja v kakem sredstvu}$$

Električna napetost

$$U = \frac{A}{e}$$

$$U = e \cdot L$$

Električni kondenzator

$$e = CU$$

Ploščati kondenzator:

e električni naboj [As]

E električna poljska jakost $\left[\frac{N}{As} = \frac{V}{m} \right]$

σ gostota električnega naboja $\left[\frac{As}{m^2} \right]$

e električni naboj [As]

S ploskev na kateri se influencira električni naboj [m^2]

ϵ_0 influenčna konstanta $\left[\frac{As}{Vm} \right]$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

φ kot med ploskovno normalo in smerjo električnih silnic (rd)

r razdalja od središča krogle [m]

r_0 polmer krogle [m]

F sila s katero deluje naboj e_1 na naboj e_2 in obratno [N]

ϵ_0 influenčna konstanta $\left[\frac{As}{Vm} \right]$

e_1, e_2 električna naboja [As]

r razdalja med središčema nabojev [m]

ϵ_r relativna dielektičnost snovi [1]

U električna napetost med dvema mestoma električnega polja [V]

A delo pri prenosu električnega naboja [J]

e električni naboj [As]

E električna poljska jakost [V/m]

L razdalja med mestoma 1 in 2, ki ležita na isti električni silnici in med katerima vlada električna napetost U [m]

e električni naboj [As]

C kapacitivnost kondenzatorja $\left[\frac{As}{V} = F \right]$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$F = \frac{1}{2} Ee$$

$$W_e = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} eU$$

$$w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r E^2$$

Krogelni kondenzator ($\epsilon_r = 1$):

$$\sigma = \frac{e}{4\pi r^2}$$

$$E = \frac{e}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

električna poljska jakost v okolici nabite krogle.

$$U = \frac{e}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$C = \frac{4\pi \epsilon_0}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

Kapacitivnost krogelnega kondenzatorja

Vezava kondenzatorjev

Zaporedna vezava:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

$$U_i = \frac{e}{C_i}$$

Vzporedna:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$e = e_1 + e_2 + e_3 + \dots$$

$$e_i = C_i U$$

Zaporedna:

U napetost med dvema ploščama [V]

ϵ_0 influenčna konstanta $\left[\frac{As}{Vm} \right]$

ϵ_r relativna dielektičnost snovi med ploščama [1]

S velikost ene plošče [m²]

d razmik plošč [m]

E električna poljska jakost $\left[\frac{N}{As} = \frac{V}{m} \right]$

F privlačna sila med ploščama [N]

W_e energija nabitega kondenzatorja [J]

w_e gostota energije $\left[\frac{J}{m^3} \right]$

σ ploskovna gostota naboja $\left[\frac{As}{m^2} \right]$

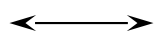
r polmer krogelne plošče [m]

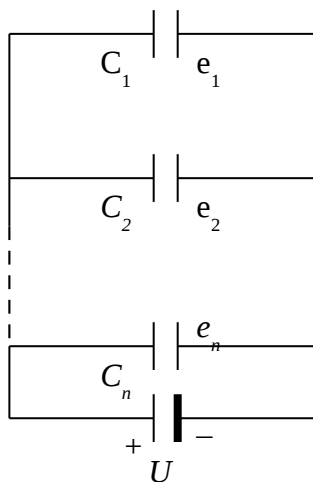
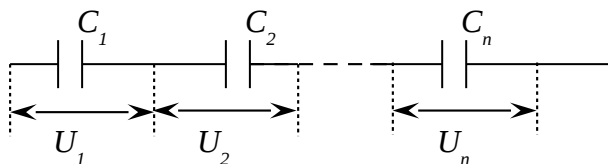
C kapacitivnost [F]

U električna napetost [V]

E električni naboj [As]

Vzporedna:





c. Magnetno polje

Količine magnetnega polja

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{N}{l} I \rightarrow \text{v tuljavi}$$

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi r} \rightarrow \text{v okolici ravnega vodnika}$$

$$\Phi = NBS \cos \varphi \rightarrow \text{magnetni pretok skozi tuljavo}$$

$$\Phi = LI$$

$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 S}{l}$$

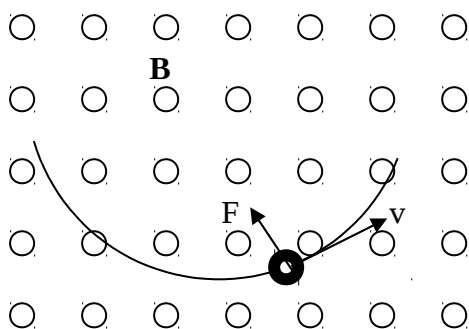
$$B = \mu_r B_0$$

Sila na gibajoči se naboj

$$F = Bev$$

$$Bev = \frac{mv^2}{r}$$

Kroženje delca v magnetnem polju



$$B \text{ magnetna poljska gostota } \left[\frac{N}{Am} = T \right]$$

I električni tok [A]

N število ovojev [1]

l dolžina tuljave [m]

μ_0 induksijska konstanta

$$\left(\mu_0 = 1.26 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \right)$$

μ_r relativna permeabilnost jedra [1]

r razdalja od vodnika [m]

Φ magnetni pretok [Vs]

S pravokotni presek tuljave [m²]

φ kot med B in S [rd]

$$L \text{ induktivnost tuljave } \left[\frac{Vs}{A} = H \right]$$

B_0 magnetna poljska gostota v polju brez snovi [T]

F silna na gibajoči se naboj [N]

e naboj delca [As]

v hitrost delca pravokotno na smer magnetnih silnic [m/s]

m masa delca [kg]

r polmer krožnega tira [m]

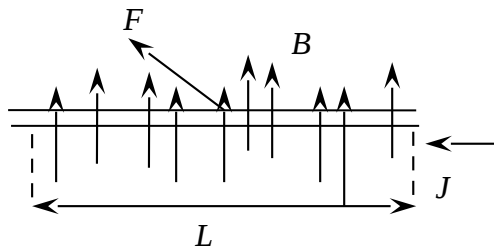
Sila na tokovni vodnik v magnetnem polju

$$F = BIl \sin \varphi$$

$$F = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi r} I_2 l$$

Sila med vzporednima tokovnima vodnikoma.

$$M = NIBS \sin \varphi$$



č. Elektromagnetna indukcija

Splošni induksijski zakoni

$$U_i = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$U_i \Delta t = N \Delta \Phi$$

$$\Delta \Phi = \mu_0 \mu_r S \Delta I \frac{N}{l}$$

Inducirana napetost v gibajočem se vodniku

$$U_i = Blv \sin \varphi$$

Lastna indukcija

$$U_i = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Energija magnetnega polja

F sila na ravni tokovni vodnik [N]

I električni tok v vodniku [A]

l dolžina vodnika v polju [m]

B magnetna poljska gostota [T]

r razdalja med vodnikoma [m]

φ kot med smerjo toka in smerjo magnetnega polja (rd)

M navor mag. sile na vrtljivo tuljavo [Nm]

N število ovojev tuljave [1]

μ_0 induksijska konstanta $\left[\frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \right]$

U_i inducirana napetost [V]

N število ovojev tuljave [1]

$\Delta \Phi$ sprememba magnetnega pretoka [Vs]

Δt čas, v katerem se zgodi sprememba [s]

$U_i \Delta t$ napetostni sunek [Vs]

S pravokotni presek tuljave [m²]

μ_0 induksijska konstanta $\left[\frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \right]$

μ_r relativna permeabilnost jedra [1]

ΔI sprememba električnega toka [A]

l dolžina tuljave [m]

U_i inducirana napetost [V]

l dolžina vodnika v magnetnem polju [m]

B magnetna poljska gostota [T]

v hitrost gibanja vodnika [m/s]

φ kot ki ga oklepata vektorja \vec{B} in \vec{v} (rd)

L induktivnost tuljave [H]

ΔI sprememba električnega toka [A]

Δt delec časa [s]

U_i inducirana napetost [V]

W_m energija magnetnega polja tuljave [J]

L induktivnost tuljave [H]

I električni tok [A]

$$W_m = \frac{1}{2} LI^2$$

$$w_m = \frac{B^2}{2\mu_r\mu_0}$$

$$F = \frac{B^2 S}{2\mu_r\mu_0}$$

dvižna sila elektromagneta.

$$w_m \text{ gostota energije } \left[\frac{\text{J}}{\text{m}^3} \right]$$

B magnetna poljska gostota [T]

F dvižna sila [N]

S prečni presek magnetnega pola [m²]

$$\mu_0 \text{ induksijska konstanta } \left[\frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \right]$$

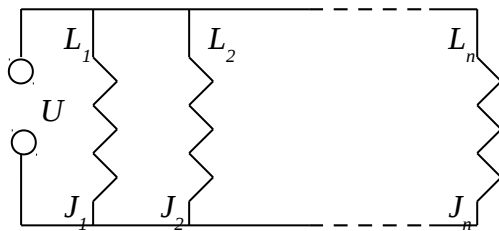
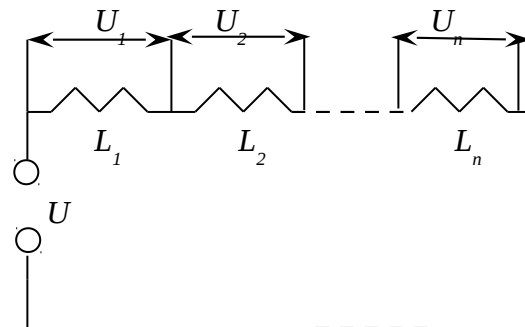
μ_r relativna permeabilnost jedra [1]

Vezava tuljav

Zaporedna vezava: 

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$



L celotna induktivnost [H]

L_i induktivnost *i*-te tuljave [H]

U celotna napetost [V]

U_i napetost na *i*-ti tuljavi [V]

I celotni tok [A]

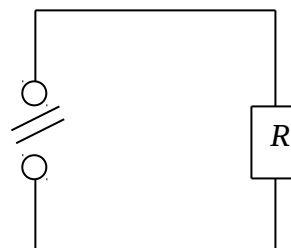
I_i tok v *i*-ti tuljavi [A]

Vzporedna vezava:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

SLIKA 1



d. Izmenični tok

Indukcija v enakomerno vrteči se tuljavi

Φ magnetni pretok skozi zanko (tuljavo) [Vs]

Φ_m največji magnetni pretok [Vs]

(Vrtilna os je pravokotna na magnetnih silnicah, polje je homogeno)

$$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$$

če gre ob času $t = 0$ največji magnetni pretok Φ_m skozi zanko (tuljavo)

$$U_m = \Phi_m \omega = BS\omega \rightarrow \text{pri vrtenju zanke}$$

$$U_m = N\Phi_m \omega = NBS\omega \rightarrow \text{pri vrtenju tuljave}$$

$$\varphi = \omega t$$

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{t_0}$$

Zakoni izmeničnega toka

$$U = U_m \sin \omega t$$

$$I = I_m \sin(\omega t - \Delta\varphi)$$

$$U_{\text{ef}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{ef}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$P_n = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}}$$

$$P_j = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \sin \Delta\varphi$$

$$P = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \cos \Delta\varphi$$

R v krogu izmeničnega toka

$$U = U_m \sin \omega t$$

$$I = I_m \sin \omega t$$

Tok in napetost se spreminjata v fazi $\Delta\varphi = 0$

$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

$$I_{\text{ef}} = \frac{U_{\text{ef}}}{R}$$

$$P_n = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}}$$

$$P_j = 0$$

$$P = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}}$$

glej **SLIKA 1**

L v krogu izmeničnega toka

$$U = U_m \sin \omega t$$

$$I = I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

ω kotna hitrost [(rd)/s]

t čas [s]

U_m največja inducirana napetost [V]

N število ovojev tuljave [1]

ν frekvenca vrtenja [1/s]

Φ fazni kot (rd)

t_0 čas enega vrtljaja [s]

B magnetna poljska jakost [T]

S prečni presek tuljave [m²]

U trenutna inducirana napetost [V]

U_m največja inducirana napetost [V]

I trenutni tok [A]

I_m največji tok [A]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

t čas [s]

$\Delta\varphi$ fazni premik med tokom in napetostjo (rd)

U_{ef} efektivna napetost [V]

I_{ef} efektivni tok [A]

P_n navidezna moč [$W = VA$]

P_j jalova moč [$W = \text{var}$]

P resnična moč [W]

$\cos \Delta\varphi$ faktor moči [1]

U izmenična napetost, trenutna [V]

U_m amplituda izmenične napetosti [V]

U_{ef} efektivna vrednost izmerjene napetosti [V]

I trenutna vrednost izmeničnega toka [A]

I_m amplituda izmeničnega toka [A]

I_{ef} efektivna vrednost izmeničnega toka [A]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

t čas [s]

$\Delta\varphi$ fazni premik med tokom in napetostjo (1 = rd)

R ohmski upor $\left[\Omega = \frac{V}{A}\right]$

P_n navidezna moč [$W = VA$]

P_j jalova moč [$W = \text{var}$]

P resnična moč [W]

Tok zaostaja za napetostjo:

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^\circ$$

$$R_L = \omega L$$

$$I_m = \frac{U_m}{R_L}$$

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{R_L}$$

$$P_n = U_{ef} I_{ef}$$

$$P_j = U_{ef} I_{ef}$$

$$P = 0$$

C v krogu izmeničnega toka

$$U = U_m \sin \omega t$$

$$I = I_m \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Tok prehiteva napetost:

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} = 90^\circ$$

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

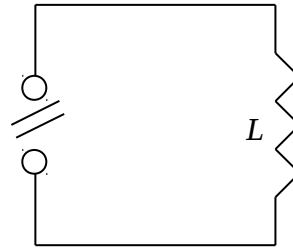
$$I_m = \frac{U_m}{R_C}$$

$$I_{ef} = \frac{U_{ef}}{R_C}$$

$$P_n = U_{ef} I_{ef}$$

$$P_j = U_{ef} I_{ef}$$

$$P = 0$$



U trenutna izmenična napetost [V]
 U_m amplituda izmenične napetosti [V]
 U_{ef} efektivna vrednost izmenične napetosti [V]

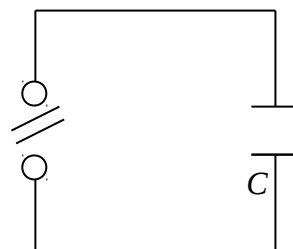
I trenutni izmenični tok [A]
 I_m amplituda izmeničnega toka [A]
 I_{ef} efektivna vrednost izmeničnega toka [A]
 ω krožna frekvenca [(rd)/s]
 t čas [s]

$\Delta\varphi$ fazni premik med tokom in napetostjo
 (1 = rd)

R_L induktivni upor [Ω]
 R_C kapacitivni upor [Ω]

C kapacitivnost kondenzatorja $\left[F = \frac{As}{V}\right]$

L induktivnost [H]
 P_n navidezna moč [W = VA]
 P_j jalova moč [W = var]
 P dejanska moč [W]



R, L in C , zaporedno vezani, v krogu izmeničnega toka

U trenutna izmenična napetost [V]
 U_m amplituda izmenične napetosti [V]
 U_{ef} efektivna vrednost izmenične napetosti [V]

I trenutni izmenični tok [A]
 I_m amplituda izmeničnega toka [A]

$$U = U_m \sin \omega t$$

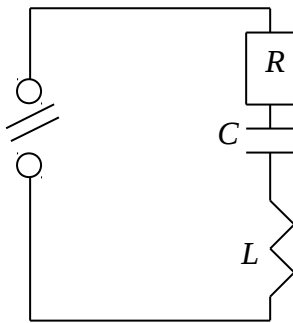
$$I = I_m \sin(\omega t - \Delta\varphi)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\operatorname{tg} \Delta\varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

$$\cos \Delta\varphi = \frac{R}{Z}$$

$$P = U_{\text{ef}} I_{\text{ef}} \cos \Delta\varphi$$



Transformator

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$U_1 I_1 = U_2 I_2$$

$$\text{če } \rightarrow \eta = 1$$

e. Električno nihanje

Električni nihajni krog
(pri zanemarljivem R)

$$t_0 = 2\pi\sqrt{CL}$$

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$$

Elektromagnetno valovanje

I_{ef} efektivna vrednost izmeničnega toka [A]

ω krožna frekvenca [(rd)/s]

t čas [s]

R ohmski upor $\left[\Omega = \frac{V}{A}\right]$

L induktivnost tuljave [H]

C kapacitivnost kondenzatorja [F]

Z impedanca [Ω]

$\Delta\varphi$ fazni premik med tokom in napetostjo
(1 = rd)

$\cos \Delta\varphi$ faktor moči [1]

P resnična moč izmeničnega toka [W]

P_j jalova moč [W = var]

P dejanska moč [W]

U_1, U_2 efektivni vrednosti izmenične
napetosti na primarni oz. sekundarni
tuljavi [A]

N_1, N_2 število obojev na primarni oz.
sekundarni tuljavi [1]

I_1, I_2 efektivni vrednosti tokov na primarni
oz. sekundarni tuljavi [A]

η izkoristek [1]

t_0 lastni nihajni čas [s]

ν_0 lastna nihajna frekvenca [1/s]

C kapacitivnost kondenzatorja [F]

L induktivnost tuljave [H]

c_0 hitrost širjenja valovanja v vakuumu oz.
zraku [m/s]

c hitrost v drugem sredstvu [m/s]

λ valovna dolžina [m]

ν frekvenca oddajnika [1/s]

n lomni kvocient sredstva [1]

$$c_0 = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

$$c_0 = \lambda_0 \nu$$

$$c = \frac{c_0}{n}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

Stoječe valovanje
(Lecherjev sistem)

Zaprta sistem:

$$I = (N + 1) \frac{\lambda_N}{2} \rightarrow N \in \{0, 1, 2, 3, \dots\}$$

Odprti sistem:

$$I = (2N + 1) \frac{\lambda_N}{2} \rightarrow N \in \{0, 1, 2, 3, \dots\}$$

OPTIKA

a. Zakoni geometrijske optike

Odboj in lom svetlobe

Odbojni zakon:

- $\alpha = \beta$
- v , n in o ležijo v isti ravnini

Lomni zakon:

$$1. \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

Za zrak je $n_1 = 1$

n , n_1 , n_2 lomni kvocient sredstva [1]

2. v , n in l ležijo v isti ravnini.

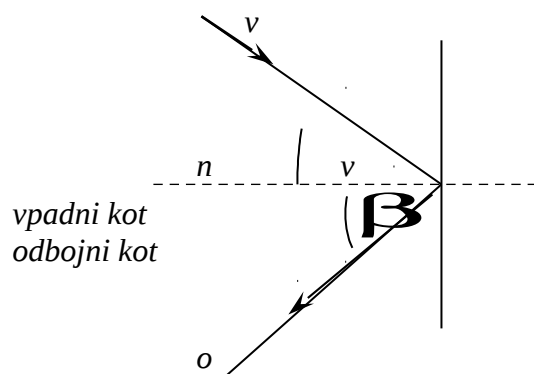
ϵ_0 influenčna konstanta $\left[\frac{As}{Vm} \right]$

μ_0 induksijska konstanta $\left[\frac{Vs}{Am} \right]$

l dolžina Lecherjevega sistema [m]

λ_N valovna dolžina [m]

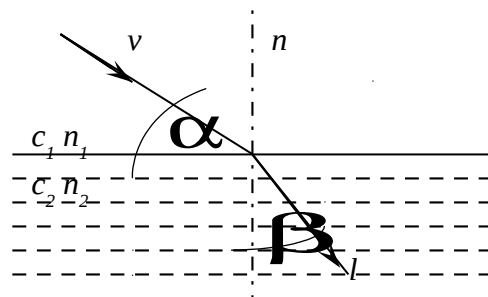
N celo pozitivno število ali 0 [1]



α vpadni kot (rd)

β odbojni kot (rd)

SLIKA 2



SLIKA 2

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{c_1}{c_2}$$

$$n = \frac{c_0}{c}$$

Popolni odboj (pri prehodu žarka v zrak):

$$\sin \alpha_m = \frac{1}{n}$$

Optična prizma:

$$n = \frac{\sin \frac{\gamma + \delta_m}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

$$\delta = (n - 1)\gamma$$

pri tankih lečah.

Premik žarka na planparalelni plošči:

$$\Delta = \frac{d \cdot \sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$

Optična pot žarka:

$$s' = sn$$

Krogelna zrcala:

$$f = \frac{r}{2}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{b}{a}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$f^2 = xx'$$

pomen predznakov glej pri lečah!

c, c_1, c_2 hitrost svetlobe v sredstvu [m/s]

c_0 hitrost svetlobe v vakuumu ali v zraku [m/s]

α_m mejni kot popolnega odboja (rd)

γ lomeči kot prizme (rd)

δ_m najmanjši odklon žarka (rd)

δ odklon žarka (rd)

d debelina plošče [m]

s pot žarka v zraku [m]

s' optična pot žarka v danem sredstvu [m]

Δ premik žarka [m]

r krivinski polmer zrcala [m]

f goriščna razdalja zrcala [m]

a oddaljenost predmeta od zrcala [m]

b oddaljenost slike od zrcala [m]

X velikost predmeta [m]

Y velikost slike [m]

x razdalja predmeta od gorišča [m]

x' razdalja slike od gorišča [m]

Leče

f goriščna razdalja leče [m]

a oddaljenost predmeta od leče [m]

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$\frac{Y}{X} = \frac{b}{a}$$

$$D = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

bikonveksna leča

$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{1}{r}$$

plankonveksna leča

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots \text{ sistem tankih leč}$$

Lupa:

$$N = \frac{\text{tg}\beta}{\text{tg}\alpha}$$

$$N = \frac{r}{f}$$

slika v neskončnem

$$N = \frac{r}{a}$$

slika v končnem

Mikroskop:

$$N = N_{\text{OB}} N_{\text{OK}} = \frac{e r}{f_{\text{OB}} f_{\text{OK}}}$$

Astronomski daljnogled:

$$N = \frac{f_{\text{OB}}}{f_{\text{OK}}}$$

b oddaljenost slike od leče [m]

Y velikost slike [m]

X velikost predmeta [m]

n lomni kvocient leče [1]

D lomivost (jakost) leče (dpt = dioptrija)

$$\left[\frac{1}{\text{m}} = \text{dpt} \right]$$

r_1, r_2 krivinska polmera leče [m]

f_i goriščna razdalja i-te leče [m]

Pomen predznakov:

B, Y	pozitivna:	realna slika
	negativna:	virtualna slika
f, D	pozitivna:	zbiralna leča
	negativna:	razpršilna leča
r_1, r_2	pozitivna:	konveksna ploskev
	negativna:	konkavna ploskev

N povečava [1]

α zorni kot brez opt. instr. (rd)

β zorni kot z opt. instr. (rd)

f goriščna razdalja lupe [m]

a oddaljenost predmeta [m]

r normalna zorna razdalja ($r = 0,25 \text{ m}$) [m]

N_{OB} povečava objektivna [1]

N_{OK} povečava okularja [1]

e dolžina tubusa = razdalja med notranjima goriščema objektivna in okularja [m]

$f_{\text{OB}}, f_{\text{OK}}$ goriščni razdalji objektivna in okularja [m]

b. Valovne lastnosti svetlobe

Interferenca svetlobe

n_1, n_2 lomna kvocienta sredstev [1]

$$\Delta = (2N + 1) \frac{\lambda}{2}$$

največja oslabitev svetlobe

$$\Delta = N\lambda$$

največja osvetlitev.

$$\Delta = s_2 n_2 - s_1 n_1$$

Interferenca na tankih plasteh

a) Plast leži na optično gostejšem sredstvu:
 $n_1 > n$

Mesta največje osvetlitve:

$$\Delta = N\lambda$$

Mesta največje oslabitve svetlobe:

$$\Delta = (2N + 1) \frac{\lambda}{2}$$

pri pravokotnem vpadu svetlobe na tanko plast je $\Delta = 2dn$

b) plast leži na optično redkejšem sredstvu
 $n_1 < n$

Mesta največje osvetlitve:

$$\Delta = (2N + 1) \frac{\lambda}{2}$$

Mesta največje oslabitve svetlobe:

$$\Delta = N\lambda$$

Pri poševnem vpadu svetlobe je

$$\Delta = 2 \cdot dn \cdot \cos\beta + \frac{\lambda}{2}$$

Uklon svetlobe

Uklon svetlobe na eni reži:

a $\sin\beta = N\lambda \rightarrow$ minimum osvetlitve

s_1, s_2 poti svetlobe v teh sredstvih [m]

N celo pozit. št. ali nič [1]

λ valovna dolžina svetlobe [m]

Δ razlika optičnih poti [m]

Δ razlika optičnih poti žarkov 3 in 4 (slika 3) [m]

N celo pozit. št. ali nič [1]

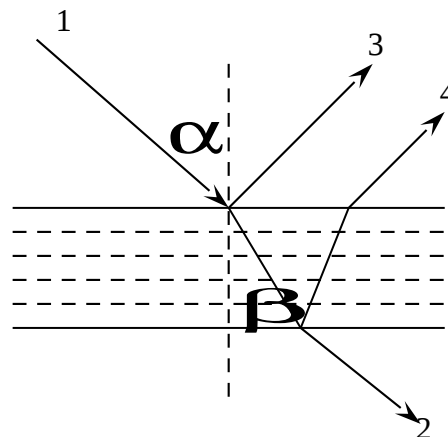
λ valovna dolžina svetlobe [m]

d debelina plasti [m]

n lomni kvocient plasti [1]

n_1 lomni kvocient podlage [1]

β vpadni kot (rd)



a širina reže [m]

β smer žarka (rd)

N pozitivno celo št. [1]

λ valovna dolžina svetlobe [m]

l razdalja zaslona od reže [m]

$$\lambda = \frac{ax}{2l}$$

Uklon svetlobe na optični mrežici:

$$d \sin \beta = N\lambda$$

maksimum osvetlitve

$$\lambda = \frac{dx}{2fN}$$

Braggova enačba za rentgenske žarke:

$$2d \sin \beta = N\lambda$$

Polarizacija svetlobe

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_p = n$$

($n_1 = \text{zrak}$)

Brewsterov zakon

$$P = P_0 \cos^2 \varphi$$

c. Fotometrija

Svetlobna energija

Stefanov zakon

$$j = \sigma T^4 \rightarrow \text{za črno telo}$$

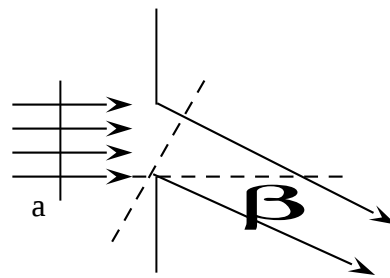
$$j = e\sigma T^4 \rightarrow \text{za poljubno telo}$$

Wienov zakon:

$$\lambda_{\max} T = \text{konst.} = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$$

Kirchhoffov zakon:

x medsebojna razdalja prvih dveh stranskih temnih prog [m]



d mrežna konstanta, razdalja dveh sosednjih rež (atomov) [m]

β smerni kot (rd)

λ valovna dolžina [m]

N pozitivno celo št. [1]

x razdalja prvih dveh stranskih maksimumov [m]

f goriščna razdalja lupe [m]

α_p polarizacijski kot (rd)

n lomni kvocient [1]

P_0 energijski tok vpadajočega linearno polariziranega valovanja [W]

P energijski tok prepuščenega valovanja (skozi analizator) [W]

φ kot med nihajno ravnino vpadajočega valovanja in smerjo analizatorja (rd)

j gostota svetlobnega toka [W/m²]

σ Stefanova konstanta $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$

$$\left(\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right)$$

T absolutna temperatura [K]

e emisivnost sevalne površine [1]

λ_{\max} valovna dolžina svetlobe, pri kateri je gostota sevalne energije pri dani temperaturi največja [m]

T absolutna temperatura [K]

$$\frac{e_{\lambda T}}{a_{\lambda T}} = \text{konst.}$$

e *emisivnost sevalne površine* [1]
a *absorptivnost površine* [1]

Svetlobne količine

Svetilnost:

$$I = \frac{P}{\Omega}$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

če telo sveti enakomerno na vse strani.

Gostota svetlobnega toka:

$$j = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{I}{r^2}$$

Osvetljenost:

$$j' = \frac{P}{S} = \frac{I}{r^2} \cos \varphi$$

Svetlost:

$$B = \frac{I}{S \cos \varphi}$$

I *svetilnost* [cd]

P *svetlobni tok* [lm]

Ω *prostorski kot* (srd)

j *gostota svetlobnega toka* [lm/m²]

j' *osvetljenost* [lx]

S *površina ploskve* [m²]

r *razudalja ploskve od svetila* [m]

φ *kot med normalo ploskve in
vpadajočimi
žarki* (rd)

B *svetlost* $\left[\frac{\text{cd}}{\text{m}^2} = \text{nit} \right]$

Srečno, Kekec!!

