

1. MAXWELLOVE ENAČBE

Gaussov in Coulombov zakon

- Polje točkastega telesa: $E = \frac{e_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- Sila med točkastima nabojeja: $\vec{F}_{12} = k \frac{e_1 e_2}{r^2} = \frac{e_1 e_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = e_2 \vec{E}$
- Polje krožne zanke: $E = \frac{e z}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(r^2+z^2)^3}}$
- Potencial krožne zanke: $V = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(r^2+z^2)}}$
- $\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_i e_i$ (množica nabojev v zaključeni površini)
- $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho dV$ (Gauss.zakon za električni pretok)

Kondenzator

- Ploščni: $C = \frac{\epsilon}{U} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$
- Valjni: $C = \frac{\epsilon}{U} = \frac{qL}{U} = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$
- Krogelni: $C = \frac{\epsilon}{U} = \frac{4\pi\epsilon_0}{(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2})}$

Polnjenje kondenzatorja

- Naboj je produkt kapacitivnosti in napetosti: $e = CU_C$
- Tok v odvisnosti od časa: $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$, $\tau = RC$
- Napetost v odvisnosti od časa: $U_C = -U_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- $U_R = -IR = RI_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = -U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$, kjer je $RI_0 = U_0$

Praznjenje kondenzatorja

- Naboj je produkt kapacitivnosti in napetosti: $e = CU_C$
- Sprememba naboja: $e = C U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$
- Sprememba toka s časom: $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$
- Sprememba napetosti s časom: $U_C = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$
- $U_R = -U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$, $U_R < 0$

Admitanca kondenzatorja

- $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

Zakon o magnetnem pretoku

- Sila na gibajoč nabiti delec: $\vec{F} = e\vec{v} \times \vec{B}$
- Sila na celoten vodnik: $\vec{F} = I \int dl \times \vec{B}$
- Sila na raven vodnik v homogenem polju: $\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B}$
- Magnetni pretok definiramo kot: $\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$
- V magnetnem polju velja: $\int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

Amperov zakon

- Biot-Savartov zakon: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{\vec{r} \times d\vec{l}}{r^3}$
- Magnetna poljska jakost: $H = \frac{I}{4\pi} \int \frac{\vec{r} \times d\vec{l}}{r^3}$
- Jakost magnetnega polja: $B = \mu_0 H$
- Amperov zakon: $\int \vec{H} \cdot d\vec{s} = I$
- Magnetno polje zelo dolgega vodnika: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

Indukcija pri premikanju ravnega vodnika

- Hitrost gibljive prečke je konst.: $\vec{F} = -I\vec{l} \times \vec{B}$
- $\vec{F} \cdot \vec{v} = U_l I$
- Inducirana napetost: $U_l = \vec{v}(\vec{B} \times \vec{l})$
- Nehom. polje ozr.neraven vodnik: $U_l = \int \vec{v}(\vec{B} \times d\vec{l})$

Faradayev zakon (indukcija)

- Inducirana napetost: $U_l = -\frac{d\Phi_m}{dt}$
- Gostota magnetnega pretoka: $\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$
- $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\int \left(\frac{\partial B}{\partial t}\right) dS$

Lenzovo pravilo za vrtenje ploščate tuljave v \vec{B}

- Magnetni pretok: $\Phi_m = N\vec{B} \cdot \vec{S} \cos(\omega t)$
- Inducirana napetost: $U_l = -\frac{d\Phi_m}{dt} = NBS \sin(\omega t)$
- Tok: $I = \frac{U_l}{R} = \frac{NBS\omega}{R} \sin(\omega t)$
- Upor: $R = \frac{\rho l}{S_0}$ (S_0 je površina preseka žice)

- Navor: $M = \frac{N^2 B^2 S^2 \omega}{R} \sin^2(\omega t)$
- Delo: $A = \pi \frac{N^2 B^2 S^2 \omega}{R}$

Lastna induktivnost

- Lastni magnetni pretok: $\Phi_m = LI \left[\frac{V_s}{A}\right]$
- Magn.poljska jakost: $H = \frac{NI}{l}$
- Magn.polje: $B = \mu_0 \frac{NI}{l}$
- Induktivnost skozi tuljavo: $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$
- Induktivnost svitka: $L = \frac{\mu_0 N^2 h \ln(\frac{b}{a})}{2\pi}$
- Induktivnost koaksialnega kabla: $L = \frac{\mu_0 l \ln(\frac{b}{a})}{2\pi}$

Časovna odvisnost toka, ki ga požene tuljava po uporniku

- Časovna konstanta: $\tau = \frac{L}{R}$
- Napetost lastne induktivnosti: $U_L = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$
- Tok: $I = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

Poganjanje toka skozi tuljavo

- Začetni tok: $I_0 = \frac{U_0}{R}$
- Tok: $I = I_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- $U_R = -IR = -RI_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = -U_0 (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- $U_L = -U_0 - U_R = -U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

Izmenični tok po tuljavi

- Začetni tok: $I_0 = \frac{U_0}{\omega L}$
- Tok: $I(t) = I_0 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$
- $U_L = U_0 \sin(\omega t - \pi)$
- Povprečna porabi moči tuljave: $\bar{P} = \frac{1}{2} I_0 U_0 \cos \delta = 0$

Maxwellove enačbe

- Zakon o el. pretoku: $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho_e dV$
- Zakon o mag.pretoku: $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
- Zakon o mag.napetosti: $\oint \vec{H} \cdot d\vec{s} = -\int (\vec{j}_c + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}) \cdot d\vec{S}$
- Faradayev zakon: $\int \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\int \left(\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}\right) \cdot d\vec{S}$
- Zakon o ohranitvi naboja: $\oint_S \vec{j}_c \cdot d\vec{S} = -\int_V \left(\frac{\partial \rho_e}{\partial t}\right) dV$
- Lorentzova sila: $\vec{F} = e\vec{E} + e\vec{v} \times \vec{B}$

2. GIBANJE ELEKTRIČNIH NABOJEV

Gibanje nabojev v vakuumu

- $m \frac{d\vec{v}}{dt} = e\vec{E}$
- Hitrost gibanja: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \frac{e}{m} \vec{E} t$

Gibanje elektronov v kovini

- Zaviralna sila: $\vec{F}_{zav} = -k\vec{v}$
- Relaksacijski čas: $\tau = \frac{m}{k}$
- Gostota el.toka: $j = ne \langle \vec{v} \rangle$ ($n = \frac{N}{V}$)
- Specifična.el.prevodnost: $\sigma = \frac{ne^2 \tau}{m}$
- Za gibljive elektrone velja: $j = \sigma \vec{E}$, $\sigma = \frac{ne^2 \tau}{m}$

Dolg valjast vodnik dolžine l s konstantno površino preseka S

- Napetost: $U = IR$
- Specifična upornost: $R = \frac{\rho l}{S}$
- Temperaturna odvisnost: $\rho = \rho_0(1 + \alpha(T - T_0))$

Padanje el.toka v žici zaradi segrevanja

- Sprememba toka: $dI = U_0(-\frac{1}{R^2})dR$
- Sprememba temperature: $dT = \frac{\rho dI}{c_p m}$ (P je moč)

Hallov pojav (električni tok po vodniku pravokotnega preseka

- Hallova sila: $\vec{F}_H = -e_0 \vec{E}_H$
- Hallovo polje: $E_H = \frac{U_H}{b}$ (b =širina, d =višina)

- Hallova napetost: $U_H = \frac{IbB}{e_0 S n}$

3. SNOV V ELEKTRIČNEM POLJU

Energijski zakon

- Delo: $A = \Delta W_k + \Delta W_{g,p} = A_{ost} + A_e$
- Delo vseh sil razen sile teže in $A_e: A_{ost} = \Delta W_k + \Delta W_{g,p} + \Delta W_e$
- El.potencialna energija: $W_e = \frac{e_3 e_2}{4\pi\epsilon_0 r} + konst.$
- Zakon o ohran.ener.: $W_k + W_{g,p} + W_e = konst.$
- Pot.energija sist. nabojev: $W_{e,p} = \frac{1}{2} \sum_{ij} \frac{e_i e_j}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}}$

Električni potencial

- Potencial: $\varphi = \frac{W_e}{e}$ [V]

Električni dipol

- Dipolni moment: $p_e = de$
- Potencial dipola: $\varphi = \frac{p_e \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
- Navor: $\vec{M} = \vec{p}_e \times \vec{E}$
- Energija dipola: $W_{el} = -\vec{p}_e \cdot \vec{E}$

Zveza med susceptibilnostjo in dielektričnostjo pri kondenzat.

- Gostota električnega polja: $\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon E$
- Dielektričnost snovi: $\epsilon = 1 + \chi$

Influenca

- Gostota električnega polja: $D = \frac{e}{s}$

4. SNOV V MAGNETNEM POLJU

Navor na tokovno zanko

- $M = I S B \sin \theta$ (S je površina zanke)
- $\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$
- $M = p_m B \sin \theta$
- $\vec{p}_m = N I \vec{S}$ (N je število zank v tuljavi)
- Enačba vrtenja: $M = J\alpha$
- Nihajni čas magnetne igle: $t_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J}{p_m B}}$
- $J =$ vztrajnostni moment

Diamagnetizem

- Vrtilna količina: $\vec{\Gamma} = m_e \vec{r} \times \vec{v}$ (r =polmer, v =hitrost elektrona, m_e je masa elektrona)
- $p_m = -\frac{e_0}{2m_e} \Gamma$ (e_0 =osnovni naboj)
- Magnetizacija: $n p_m = -\frac{n e_0^2 r^2}{2m_e} \mu_0 H$, kjer je $n = \frac{N}{V}$ število atomov na enoto volumna
- Susceptibili. $\chi = -\mu_0 n Z \frac{e_0^2 \langle r^2 \rangle}{2m_e}$ (Z=št.elektronov)

Paramagnetizem

- Magnetno polje: $B_m = \mu_0 M$
- Magnetizacija: $M = n p_m < \cos \theta >$
- Energija atoma: $W_m = -p_m B_0 \cos \theta$
- Susceptibilnost: $\chi = \frac{\mu_0 n p_m^2}{3kT}$ (T = temperatura)

Feromagnetizem

- Susceptibilnost: $\chi = \frac{c}{T - T_c}$ (T_c je Curiejeva temp.)
- Konstanta $C = \frac{N \mu_0 E_m^2}{V k}$
- Magnetizacija: $M = \chi H$

Energija magnetnega polja(primer tuljava z gostim navitjem)

- Magnetno polje: $B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{NI}{l}$
- Delo: $L = \frac{I^2 k_{om}}{2} - L \frac{I^2 \alpha}{2}$
- Magnetna energija tuljave: $W_m = \frac{1}{2} H B V$, $V = S l$
- Gostota magnetnega polja: $w_m = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$

5. ELEKTRIČNI NIHAJNI KROGI

Idealni nihajni krog (R=0) NARIŠI

- Lastna krožna frekvenca: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
- Obhodni čas: $t_0 = 2\pi \sqrt{LC}$
- Napetost: $U_C(t=0) = U_0 = L I_0 \omega_0$

- Tok: $I = \frac{dq}{dt} = I_0 \sin(\omega_0 t)$
- Začetni tok: $I_0 = \frac{U_0}{L\omega_0}$
- Skupna energija: $W = \frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2$

Dušeni nihajni krog NARIŠI

- $\beta = \frac{1}{2} \frac{R}{L}$
- Krožna frekvenca: $\omega_0 = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$
- Če je $\beta < \omega_0 \rightarrow$ zmerno dušenje
- Če je $\beta > \omega_0 \rightarrow$ močno dušenje

Vsiljeno nihanje (zaporedna vezava) NARIŠI

- $\omega^2 = \frac{1}{LC} = \omega_0^2$
- Kompleksna impedanca upora: $Z_R = R$
- Kompleksna impedanca tuljave: $Z_L = i\omega L$
- Kompleksna impedanca kondenzatorja: $Z_C = -i \frac{1}{\omega C}$
- Skupna impedanca vezave: $Z = Z_R + Z_L + Z_C$
- $U_0 = Z I_0$

Vsiljeno nihanje (vzporedna vezava) NARIŠI

- Skupna impedancavezave: $\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{i\omega L} - \frac{i\omega C}{1}$
- $t g \delta = \frac{Im(I_0)}{Re(I_0)} = \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) R$

Moč (izmenični tok)

- Efektivni tok: $I_{ef} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$
- Efektivna napetost: $U_{ef} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$
- Povprečna moč: $\bar{P} = \frac{1}{2} I_0 U_0 \cos \delta = I_{ef} U_{ef} \cos \delta$

6. ELEKTROMAGNETNO VALOVANJE IN SVETLOBA

Elektromagnetno valovanje

- Faradayev zakon: $U_1 = \oint \vec{E} d\vec{s} = -\frac{d\Phi_m}{dt} \rightarrow \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\mu_0 \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$
- Amperov zakon: $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{j}_e + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \vec{j}_e$ (j_e =št. električnih tokov)
- Valovna enačba: $\frac{1}{\mu_0 \epsilon_0} \frac{\partial^2 E_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 E_y}{\partial t^2}$
- Hitrost širjenja v vakuumu: $c_0 = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$
- Hitrost širjenja v snovi: $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \epsilon_0 \mu_r \mu_0}} = \frac{c_0}{n}$
- Lomni količnik: $n = \frac{c_0}{c} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$
- Lomni zakon: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$, kjer je $c_1 = \frac{c_0}{n_1}, c_2 = \frac{c_0}{n_2}$
- Mejni kot za totalni odboj: $\sin \alpha = \frac{n_2}{n_1}$

Valovna optika

- Lomni količnik: $n = \frac{c_0}{c} = \frac{\lambda_0 v}{\lambda v} \rightarrow \lambda = \frac{\lambda_0}{n}$
- Ojačitev: $d \sin \alpha = N \lambda, \sin \alpha = \frac{\lambda}{d}$
- Oslabitev: $2h + \delta_{ODBOJNA} = \left(N + \frac{1}{2}\right) \lambda$
- Fazni zamik pri odboju na optično redkejši snovi: odboj z enako fazo: $\delta = 0$
- Fazni zamik pri odboju na optično gostejši snovi: odboj z nasprotno fazo: $\delta = \pi \rightarrow \frac{\lambda}{2}$

Gostota energijskega toka v EMV

- Gostota el.energije: $w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$
- Gostota mag.energije: $w_m = \frac{1}{2} \mu_0 H^2 = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$
- Skupna gostota energije: $w = w_e + w_m = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0}$
- Gostota en.toka: $\vec{j} = \vec{w} c_0$
- Če antena oddaja izotropno: $j = \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 c_0$, kjer je $E_0 = B_0 c_0$

Osvetljenost/sevanje

- Gostota svetlobnega toka: $j = \frac{P}{S_0}$, kjer je P svetlobni tok, S_0 pa površina osvetljene ploskve
- Osvetljenost: $E = j \cos \alpha$
- Svetilnost točkastega svetila: $I = \frac{P}{4\pi}$
- Ravninski kot: $\varphi = \frac{\lambda}{r} [rad]$

- Poln ravninski kot: $\varphi_0 = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$
- Prostorski kot: $\Omega = \frac{S}{r^2} [steradian]$
- Poln prostorski kot: $\Omega_0 = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$

7. OPTIČNI APARATI

Tanke leče

- Povečava: $\frac{s}{p} = \frac{b}{a} \rightarrow$ velikost slike predmeta: $S = \frac{pb}{a}$
- Goriščna razdalja: $\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right)$, kjer je n lomni količnik stekla, r,r' sta krivinska radija obeh površin leče NARIŠI
- Enačba tanke leče: $\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$
- Povečava: $\frac{y'}{y} = \frac{b}{a} = \frac{f}{a-f}$
- Enačba sistema dveh leč: $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{s}{f_1 f_2}$, kjer je s razdalja med lečama
- Gostota svetlobnega toka: $j = \frac{P}{A}$ (P=svetlobni tok, A=površina slike)

Lupa NARIŠI

- Povečava: $N = \frac{tg \theta'}{tg \theta} = \frac{a_0}{f}$

Daljnovidno oko (predmet blizu – vidi slabo)

- Brez očal: $a > a_0 \rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
- Z očali: $a = a_0 \rightarrow \frac{1}{a_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f'}$
- $f'_{ocal} = \frac{a_0 a_{min}}{a_{min} - a_0}$
- Dioptrija: $D = \frac{1}{f'} = \frac{a_0 a_{min}}{a_{min} - a_0} > 0$, kjer je a_0 normalna vidna razdalja, f goriščna razdalja očesne leče

Kratkovidno oko (predmet daleč – vidi slabo)

- Brez očal: $a < a_0 \rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$
- Z očali: $a \gg a_0 \rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f'}$
- $\frac{1}{f'_{otal}} = \frac{1}{a_{sejajena}} - \frac{1}{a_{okesa}}$
- Dioptrija: $D = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{a} < 0$

Mikroskop

- Povečava: $N = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{a_0 x'}{f f'}$

Daljnogled

- Povečava: $N = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} = \frac{f}{f'}$

Odboj na tanki plasti

- $\Delta = N \lambda$, kjer je λ valovna dolžina

Absorbacija

- $j = j_0 e^{-\mu x}$ (μ =abs.koeficient, x=debelina stene)

8. ATOMIKA, POSEBNA TEORIJA RELATIVNOSTI

Lorentzova transformacija

- $y_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ (vsak inercialni sistem ima svoj lastni čas)
- $t' = y_0 \left(t - \frac{v_0}{c^2} x\right)$
- $\beta = \frac{v_0}{c_0}$

Transformacija hitrosti

- $v'_x = \frac{v_x - v_0}{1 - \frac{v_0 v_x}{c_0^2}}$

Obratna transformacija hitrosti

- $v'_x = \frac{v_x + v_0}{1 + \frac{v_0 v_x}{c_0^2}}$

Zakoni gibanja

- Podaljšanje časa: $t = \gamma \tau$ (t = čas, ki ga meri opazovalec, τ =lastni časovni razmik)
- Skrčenje dolžine: $L' = \frac{L}{\gamma_0}$
- Četverec hitrosti: $v = (\gamma c_0, \gamma \vec{v})$
- Četverec gibalne količine: $P = \gamma \cdot m_0 \cdot \vec{v}$, (m_0 = mirovna ali lastna masa telesa)
- Polna energija delca: $W = m_0 \gamma c_0^2 = m \cdot c_0^2$
- Lastna ali mirovna energija delca: $W_0 = m_0 c_0^2$

- Kinetična energija delca: $W_k = W - W_0 = m_0 c_0^2 (\gamma - 1)$
- Energija delca v splošnem: $W^2 = W_0^2 + c_0^2 P^2$
- Newtonova mehanika: $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, kjer je $\vec{P} = \gamma m_0 \vec{v}$

Uporaba enačb PTR

- a) $\vec{E} = 0$
- $r = \frac{\gamma m_0 v}{eB} = \frac{p}{eB}$
- Obhodni čas: $t_0 = \frac{eB}{2\pi \gamma m_0} = \frac{eB}{\gamma 2\pi m_0}$
- Frekvenca: $\nu = \frac{1}{t_0} = \frac{eB}{\gamma 2\pi m_0}$
- b) $\vec{B} = 0$
- Hitrost: $v = c_0 \frac{\alpha t}{\sqrt{1 + \alpha^2 t^2}}$
- $e E t = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c_0^2}}}$
- $\alpha = \frac{eE}{m_0 c_0}$
- Pot: $s = \int_0^t v dt = \frac{c_0}{\alpha} \left[\sqrt{1 + \alpha^2 t^2} - 1 \right]$

Fotoefekt

- Energija fotona: $W_f = h\nu$, svetlobna hitrost: $c = \nu \lambda$ (ν =frekvenca, λ =valovna dolžina svetlobe, h =Planckova konstanta)
- Gibalna količina fotona: $W_f^2 = W_0^2 + c^2 P_f^2, P_f = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$

Comptonso sipanje

- Comptonova enačba: $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$
- Konstanta: $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$
- Gibalna količina fotona: $P = \gamma_0 m_0 v = \frac{h\nu}{\lambda} = h k, k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (γ_0 =lorentzova transformacija)
- Sprememba valovne dolžine: $\Delta \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$

Svetlobni tlak

- Tlak: $p = \frac{F}{S} = \frac{j}{c}$
- Pri popolnem odboju svetlobe je tlak: $p = \frac{2j}{c}$

Dualnost

- De Broglie-eva valovna dolžina: $\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{m v}$, kjer je m=masa elektrona, v=hitrost elektrona

Sevanje črnega telesa

- Stefanov zakon: $j^* = \sigma T^4$ (σ =stefanova konstanta, j^* = gostota izsevanega svetlobnega toka)
- Wienov zakon: $\lambda_0 T = k_w \rightarrow T = \frac{k_w}{\lambda_0}$ (k_w =wienova konstanta, λ_0 =valovna dolžina)