

FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset

1. välikoe, 14.3.2011

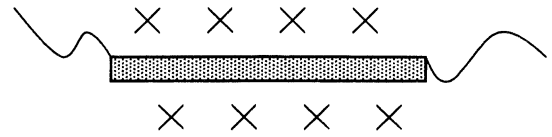
*Tehtäväpaperin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia ei saa käyttää.
Funktioalaskin sallittu, ohjelmoitava tai graafinen ei.*

1. Kahdessa äärettömässä yhdensuuntaisessa tasolevyssä on kummassakin sama positiivinen pinta-
varaustiheys σ . Laske *Gaussin lakia* käyttäen sähkökenttä levyjen välissä ja niiden ulkopuolella
kummallakin puolella. Ilmoita myös kentän suunta (vaikka piirroksella) kaikissa kolmessa alueessa.

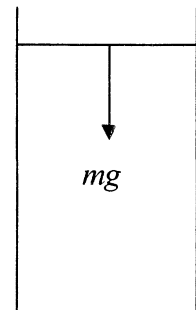
2. α -partikkeli (varaus $+2e$) ammutaan 4 MeV energialla kohti kulta-atomin ydintä (varaus $+79e$).
Kuinka lähelle α -partikkeli pääsee? Voit olettaa, että α -partikkeli tulee hyvin kaukaa.

3. Kondensaattori, jonka kapasitanssi on 108 pF , varataan niin, että sen jännite on 52.4 V . Tämän
jälkeen *paristo poistetaan* ja kondensaattori kytketään rinnan toisen, alunperin varaamattoman, kon-
densaattorin kanssa. Kytkenän seurauksena kondensaattorin jännite putoaa arvoon 35.8 V . Mikä on
toisen kondensaattorin kapasitanssi?

4. Kuvan tanko on vaakasuorassa magneettikentässä
kohtisuorassa kenttää vastaan. Tangon tiheys on ρ ja
poikkipinta-ala A , ja sen päihin on kiinnitetty joustavat
johtimet. (a) Kuinka suuri ja minkä suuntainen virta johti-
messa pitäisi kulkea, että se leijuksi kentässä? (b) Laske
virran arvo, kun $\rho = 2.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $A = 100 \text{ mm}^2$
ja $B = 200 \text{ mT}$.



5. Kuvan systeemissä on kaksi pystysuoraa kiskoja, joita pitkin ylempi
vaakasuora osa pääsee kitkattomasti liukumaan. Osan pituus on L ja massa m .
Alhaalla on toinen vaakasuora osa, jolloin saadaan suljettu johdinsilmukka.
Koko systeemi on silmukan tasoa vastaan kohtisuorassa homogeenisessä
magneettikentässä. Laske ylemmän vaakasuoran osan loppunopeus (tilanne, kun
kiihtyvyyttä lähestyy ollaa), kun se päästetään levosta liikkeelle ja silmukan
resistanssi on R . Tee kuva ja merkitse siihen magneettikentän ja indusoituneen
virran suunnat.



Vakioita:

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{Nm}^2$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

FYS-1130 Insinöörifysiikka II: teoria ja laboratorioharjoitukset

Sähkökenttä

$$\vec{F}_{ab} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a q_b}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{\sum q}{\epsilon_0}$$

$$U = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

$$V = \frac{U}{q_0}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{q_i}{r_i}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

$$V = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

DC-piirit

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

$$C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$$

$$K = \frac{V_0}{V}$$

$$C = \sum C_i$$

$$\frac{1}{C} = \sum \frac{1}{C_i}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

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

$$\vec{j} = nq\vec{v}_d$$

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

$$V = RI$$

$$R = \frac{\rho \ell}{A}$$

$$\sigma = 1/\rho$$

$$R = \sum R_i$$

$$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$$

$$P = VI$$

$$\sum V = 0$$

$$\sum i_{tulevat} = \sum i_{lähtevät}$$

$$\tau = RC$$

Magneettikenttä

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = I\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = \int Id\vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

$$\vec{\mu} = N\vec{L}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 \sum i$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell}$$

$$= \mu_0 \left(\sum i + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \right)$$

Induktio ja AC-piirit

$$E = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = - \frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$E = -L \frac{di}{dt}$$

$$Li = N\Phi_B$$

$$L = \mu_0 n^2 S \ell$$

$$U = \frac{1}{2} Li^2$$

$$\tau = L/R$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_C = 1/\omega C$$

$$X_L = \omega L$$

$$\omega = 2\pi f$$

Magnetisaatio

$$u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$\vec{m} = - \frac{e}{2m_e} \vec{L}$$

$$\vec{m} = - \frac{e}{m_e} \vec{S}$$

$$\vec{M} = \frac{C\vec{B}}{\mu_0 T}$$

$$\vec{B} = \mu \vec{H} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{M})$$

Sähkömagn. aallot

$$c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$$

$$E_0 = cB_0$$

$$E_y = E_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$B_z = B_0 \sin(kx - \omega t)$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$k = 2\pi/\lambda$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

Suhteellisuusteoria

$$x' = \gamma(x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

$$\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - vu_x/c^2}$$

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$K = mc^2(\gamma - 1)$$

$$E = K + mc^2 = \gamma mc^2$$

Kvanttimekaniikka

$$P = e\sigma AT^4$$

$$E = nhf$$

$$R_f = \frac{2\pi hf^3}{c^2 (e^{hf/kT} - 1)}$$

$$K_{\max} = hf - \phi$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos\theta)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$L = \frac{nh}{2\pi}$$

$$E_n = - \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2 n^2}$$

$$h\nu = E_i - E_f$$

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$h = h/2\pi$$

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{1}{2} \hbar$$

$$\Delta E \Delta t \geq \frac{1}{2} \hbar$$

$$dP = |\psi(x, y, z)|^2 dV$$

$$- \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + U\psi$$

$$= E\psi$$

$$E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2mL^2}$$

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega = \left(n + \frac{1}{2} \right) hf$$

$$E_n = - \frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

$$L = \sqrt{\ell(\ell + 1)} \hbar$$

$$L_z = m_\ell \hbar$$

Kiint. olom. fysiikka

$$g(E) = \frac{L^3 (2m)^{3/2}}{2\pi^2 \hbar^3} \sqrt{E}$$

$$p(E) = \frac{1}{e^{(E-E_F)/kT} + 1}$$

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n_e)^{2/3}$$

Ydin fysiikka

$$A = Z + N$$

$$R \approx R_0 A^{1/3}$$

$$B = (ZM_H + Nm_n - M_a) c^2$$

$$B = C_1 - C_2 A^{2/3} - C_3 Z(Z-1)/A^1$$

$$A = -dN/dt$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

$$Q_{\beta^-} = (M_P - M_D) c^2$$

$$Q_{\beta^+} = (M_P - M_D - 2m_e) c^2$$

$$a + X \rightarrow Y + b$$