

1. välikoe 18.10.2013

- Välikokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Jos et ole varma laskimestasi, kysy valvojalta ennen kuin aloitat tentin.
- Kääntöpuolella kaavoja ja tämän sivun alalaidassa vakioita.
- Kurssin itseopiskelumateriaaliin (*) liittyvä osuus tehtävän 4 kohdassa b).

1. Johdepallo, jonka säde on 0.10 m, varataan 6.0 nC sähkövaraukseen.

- Laske pintavaraustiheys pallossa. Vihje: Pallon tilavuus on $\frac{4}{3}\pi r^3$ ja pinta-ala $4\pi r^2$.
- Laske **Gaussin lain** avulla sähkökenttä pallon ulkopuolella 1.0 cm etäisyydellä pallon pinnasta. Perustele myös välivaiheet.

2. Tasolevykondensaattorin levyillä on yhtäsuuret mutta vastakkaismerkkiset varaukset. Levyjen välissä on tyhjiö ja niiden välimatka on 1.10 mm. Kummankin levyn pinta-ala on 10.2 cm². Levyjen välillä on tasainen sähkökenttä, jonka suuruus on $1.80 \cdot 10^4$ N/C.

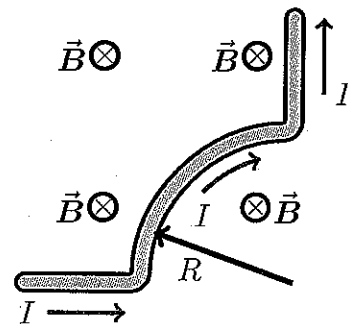
- Laske kondensaattorin kapasitanssi.
- Laske varausten suuruus levyillä.
- Kuinka paljon energiaa on varastoitunut kondensaattoriin?

3. Suoran solenoidin pituus on 12.0 mm ja sen ympyränmuotoisen poikkipinnan säde 10.4 mm. Solenoidi kierretään tiukasti yhteen 0.24 mm paksuisesta kuparilangasta, jonka poikkileikkaus on myös ympyränmuotoinen. Solenoidiin tulee täten tasan 500 kierrosta. Johtimen päät kytketään paristoon, jonka emf on 9.0 V ja sisäresistanssi 2.6 Ω. Kuparin resistiivisyys on $1.72 \cdot 10^{-8}$ Ωm.

- Laske johtimessa kulkeva virta.
- Laske magneettikentän suuruus solenoidin sisällä.

4. Kuvan 1 johdin koostuu kolmesta palasta, joista kaksi on suoraa ja yksi neljännesympyrä. Kummankin suoran osan pituus on $\ell = 10.0$ cm. Johtimessa kulkee kuvassa osoitettuun suuntaan virta $I = 1.50$ A. Johdin on (kuvassa paperin sisään menevässä) tasaisessa magneettikentässä \vec{B} , jonka suuruus on 0.60 T.

- Laske kumpaankin suoraan osaan kohdistuvan magneettisen voiman suuruus ja esitä voiman suunta.
- Kaarevan osan säde on $R = 20.0$ cm. Laske kaarevaan osaan kohdistuvan magneettisen voiman suuruus ja esitä sen suunta.



Kuva 1.

5. Selosta lyhyesti, n. 6-7 riviä riittää.

a) Mikä tarkoitetaan sähköisellä dipolilla ja sen dipolimomentilla? Miten sähköiset dipolit liittyvät aineen dielektrisiin ominaisuuksiin (eli eristeominaisuuksiin)?

b) Negatiivinen varaus kulkee tasaisessa sähkökentässä kentän osoittamaan suuntaan pisteestä a pisteeseen b . Kommentoi seuraavia väittämiä käyttäen apuna sopivia kaavoja:

- Sähköinen potentiaali kasvaa välillä $a \rightarrow b$.
- Systeemin potentiaalienergia kasvaa välillä $a \rightarrow b$.
- Sähkökenttä tekee varaukseen positiivista työtä välillä $a \rightarrow b$.

Vakioita:

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

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

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

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

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

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

TTY/FYS-1101 Insinöörifysiikka II, 2013: Kaavakokoelma (Paavilainen)

Huom! Kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k}$$

1. välikokeen alue:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

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

$$p = qd \quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

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

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r} \quad V = \frac{U}{q_0}$$

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

$$W_{a \rightarrow b} = q_0(V_a - V_b) = U_a - U_b$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E} = - \left(\frac{\partial V}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{k} \right)$$

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} \quad C = \epsilon \frac{A}{d}$$

$$U = \frac{Q^2}{2C} \quad u = \frac{1}{2} \epsilon E^2$$

$$C = KC_0 \quad \epsilon = K\epsilon_0$$

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad J = \frac{I}{A}$$

$$\vec{J} = nq\vec{v}_d \quad \vec{E} = \rho\vec{J}$$

$$\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

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

$$V = IR \quad P = V_{ab} I$$

$$\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}} \quad \sum V = 0$$

$$q = C\mathcal{E}(1 - e^{-t/RC})$$

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

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \quad \vec{\mu} = NI\vec{A}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 q \vec{v} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$$

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

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad B = \mu_0 n I$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} \quad \vec{B} = K_m \vec{B}_0$$

$$\vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$$

2. välikokeen alue:

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

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i_c + \epsilon \frac{d\Phi_E}{dt} \right)_{\text{encl}}$$

$$M = \frac{N_2 \Phi_{B,2}}{i_1} \quad \mathcal{E}_2 = -M \frac{di_1}{dt}$$

$$L = \frac{N\Phi_B}{i} \quad \mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \quad u = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-tR/L})$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad E = cB$$

$$\frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2}$$

$$\vec{E}(x,t) = E_{\text{max}} \hat{j} \cos(kx - \omega t)$$

$$\vec{B}(x,t) = B_{\text{max}} \hat{k} \cos(kx - \omega t)$$

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

$$I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2} \epsilon_0 c E_{\text{max}}^2$$

$$x' = \gamma(x - ut) \quad y' = y \quad z' = z$$

$$t' = \gamma(t - ux/c^2) \quad \Delta t = \gamma \Delta t_0$$

$$l = \frac{l_0}{\gamma} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

$$v' = \frac{v - u}{1 - uv/c^2} \quad v = \frac{v' + u}{1 + uv'/c^2}$$

$$\vec{p} = \gamma m \vec{v} \quad E = K + mc^2$$

$$E = \gamma mc^2$$

$$E = \sqrt{(mc^2)^2 + (pc)^2}$$

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \quad E = pc$$

$$\lambda = h/p \quad p = h/\lambda$$

$$hf - \phi = eV_0 \quad hf = E_f - E_i$$

$$hf = E_i - E_f$$

$$E_n = - \frac{13.60 \text{ eV}}{n^2}$$

$$m\lambda = d \sin \theta$$

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2 \quad \Delta E \Delta t \geq \hbar/2$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = 1$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi(x)}{dx^2} + U(x)\psi(x) = E\psi(x)$$

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{8mL^2} \quad \psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar \quad L_z = m_l \hbar$$

$$S = \sqrt{s(s+1)}\hbar \quad S_z = m_s \hbar$$

$$E_B = (ZM_H + Nm_n - \frac{A}{Z}M)c^2$$

$$Q = (M_P - M_D - 2m_e)c^2$$

$$Q = (M_P - M_D)c^2$$

$$Q = (M_P - M_D - M_{\frac{4}{2}\text{He}})c^2$$

$$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad T_{\text{mean}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2}$$

$$A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right| = \lambda N(t)$$

$$D = \frac{E_{\text{abs}}}{m} \quad H = RBE \times D$$