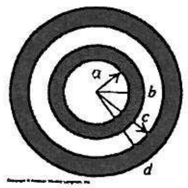
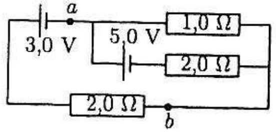
Tfy-3.1253 Fysiikka IIA (Kem,Mte,Puu,Tik) Tentti (3 op) 5.3.2007

1. Pistevaraus (q_1 = -5,0 μC) on pisteessä (4,0 m; −2,0 m), toinen pistevaraus (q_2 = +12,0 μC) pisteessä (1,0 m; 2,0 m) ja kolmas (q_3 = +10,0 μC) origossa (0,0 m; 0,0 m).
a) Laske pistevaraukseen q_3 vaikuttava coulombinen kokonaisvoima.
b) Kuinka suuri ulkoinen työ tehdään, kun pistevaraus q_3 viedään äärettömän kauaksi muista pistevarauksista? Selitä lyhyesti, mitä tulos tarkoittaa.

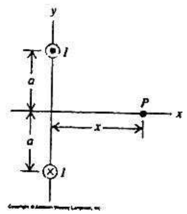
2. a) Selitä, mitä sähkökentän Gaussin laki tarkoittaa, siinä esiintyvien symbolien merkitykset sekä miten sitä sovelletaan.
b) Pientä johtavaa pallokuorta (sisäsäde a ja ulkosäde b) ympäröi suurempi samankeskinen johtava pallokuori (sisäsäde c ja ulkosäde d). Ks. oheinen kuva. Pienemmässä kuoressa on kokonaisvaraus $+2q$ ja suuremmassa $-4q$. Laske ja piirrä radiaalinen sähkökenttä E_r etäisyyden r funktiona soveltaen Gaussin lakia.



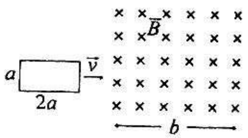
3. Laske oheisen kuvan kytkennässä virrat, jännite $V = V_b - V_a$ ja tehohäviö 1,0 Ω:n vastuksessa.



4. Oheisen kuvan kahdessa hyvin pitkässä yhdensuuntaisessa johtimessa kulkee sama virta (I = 10,0 A) mutta eri suuntiin, kohdassa $y = a$ xy-tasosta ylöspäin (paperista ulos) ja kohdassa $y = -a$ xy-tasosta alaspäin (paperin sisään). Etäisyydet ovat a = 10,0 cm ja x = 15,0 cm. Laske
a) alemman johtimen aiheuttama magneettinen voima pituusyksikköä kohti ylempään johtimeen ja
b) johtimien aiheuttama $\vec{B}$-kenttä x-akselilla pisteessä P.



5. Suorakaiteen muotoista virtasilmukkaa (a = 12 cm, R = 3,0 Ω) vedetään tasaisella vauhdilla (v = 0,30 m/s) kuvan mukaisesti homogeenisen magneettikentän (b = 60,0 cm, B = 15 mT) läpi. Ajanhetkellä t = 0 s silmukan oikea reuna tulee magneettikenttään, joka on kohtisuorassa liikettä vastaan ja suuntautunut paperin sisään. Laske ja piirrä aikavälillä $t = 0 \ldots 3$ s
a) silmukkaan indusoitunut virta (suuruus ja suunta) sekä
b) tarvittava ulkoinen voima liikuttamaan silmukkaa tasaisella vauhdilla v. Perustelut.



Merkitse opiskelijanumerosi (myös kirjain), nimesi, koulutusohjelmasi, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiisi.

Vakiot

Alkeisvaraus	e	=	$1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C
Coulombin vakio	k	=	$8{,}99 \cdot 10^{9}$ N·m²/C²
Elektronin lepomassa	m_e	=	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
Putoamiskiihtyvyys	g	=	$9{,}81$ m/s²
Tyhjiön permeabiliteetti	μ_0	=	$4\pi \cdot 10^{-7}$ N/A²
Tyhjiön permittiivisyys	ϵ_0	=	$8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m
Valon nopeus tyhjiössä	c	=	$3{,}00 \cdot 10^{8}$ m/s

Tfy-3.1253 Fysiikka IIA (Kem,Mte,Puu,Tik) Tentti (3 op)

$E = \sum k \frac{q}{r}$

Kaavat

$$\vec{F}_{1,2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^2}\hat{r}_{1,2} \qquad \vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B} = I\vec{\ell}\times\vec{B}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \qquad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I d\vec{\ell}\times\hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{p} = q\vec{d} \qquad \vec{\mu} = I\vec{A}$$

$$\vec{\tau} = \vec{p}\times\vec{E} \qquad U = -\vec{p}\cdot\vec{E} \qquad \vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B} \qquad U = -\vec{\mu}\cdot\vec{B}$$

$$\phi_E = \int_S \vec{E}\cdot d\vec{A} \qquad \phi_B = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{A}$$

$$\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{in}}}{\epsilon_0} \qquad \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$$

$$W_{a\to b} = \int_a^b \vec{F}\cdot d\vec{\ell} = -(U_b - U_a)$$

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

$$V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E}\cdot d\vec{\ell} \qquad \vec{E} = -\nabla V$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\left(= \frac{Q}{A\epsilon_0} = \frac{V_{ab}}{d}\right) \qquad B = \mu_0 n I$$

$$C = \frac{Q}{V_{ab}}\left(= \epsilon_0\frac{A}{d}\right) \qquad L = \frac{N\phi_B}{I}\ (= \mu_0 n^2 A\ell)$$

$$R = \frac{V_{ab}}{I}\left(= \rho\frac{\ell}{A}\right) \qquad V_{ab} = L\frac{dI}{dt}$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = nqv_d A \qquad P = V_{ab}I\ (= I^2R)$$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \qquad u_E = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 \qquad U = \frac{1}{2}LI^2 \qquad u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$\mathcal{E} = \oint_C \vec{E}\cdot d\vec{\ell} = -\frac{d\phi_B}{dt} \qquad \oint_C \vec{B}\cdot d\vec{\ell} = \mu_0\left(I_C + \epsilon_0\frac{d\phi_E}{dt}\right)$$

$$\epsilon = \kappa\epsilon_0 \qquad \mu = \kappa_m\mu_0$$

$$V_{L,\max} = X_L I_{\max} \qquad X_L = \omega L$$

$$V_{C,\max} = X_C I_{\max} \qquad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$V_{R,\max} = R I_{\max}$$

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

$$P_{\text{av}} = \frac{1}{2}V_{\max}I_{\max}\cos\delta = V_{\text{rms}}I_{\text{rms}}\cos\delta \qquad \delta = \arctan\frac{X_L - X_C}{R}$$

$$\tau = RC \qquad \tau = L/R \qquad \omega = 1/\sqrt{LC} \qquad \omega = 2\pi f$$