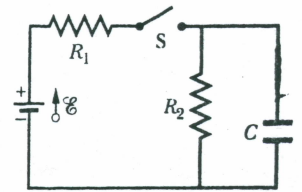


Tfy-3.1193 Fysiikka IIA tentti 10.1.2012

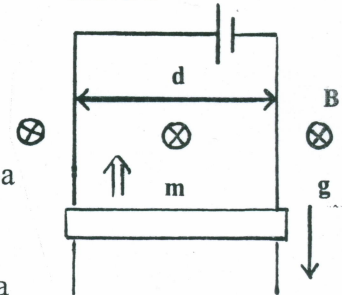
1. Tyhjän levykondensaattorin C_0 pinta-ala on 20 cm^2 ja levyjen välinen vakioetäisyys on $d = 1,77 \text{ mm}$.
 a) Osoita, että kondensaattorin kapasitanssi on noin $C_0 = 10 \text{ pF}$ (piko = 10^{-12}). C_0 :n sisään työnnetään täytteeksi levyjen suuntaisesti ohut (paksuus on 80 % etäisyydestä d) metalli(johde)levy ML.
 b) Osoita, että täytöllä kapasitanssi kasvaa noin 400 %. Täytettyyn kondensaattoriin varataan 4 V:n jännite ja kondensaattori irrotetaan (eristetään) jännitelähteestä. c) Laske täyttölevyn ML pinnalle indusoitunut polarisaatiovaraus. Lopuksi ML vedetään hitaasti pois (kokonaan ulos) varatusta eristetystä kondensaattorista. d) Laske vedossa tehty työ.

2. Piirissä on paristo $\varepsilon = 24 \text{ V}$, resistanssit $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ ja $R_2 = 6 \text{ k}\Omega$ sekä tyhjä (varaamaton) kapasitanssi $C = 0,3 \text{ mF}$. Pitkän ajan kuluttua ε :n kytkennästä saavutetaan lopputila LT, jossa C on varattu täyteen. Laske LT:ssa a) R_1 :n ja R_2 :n virrat sekä b) osoita, että C :n varaus on noin 5,4 mC. Tämän lähtötilan LT jälkeen ε irrotetaan piiristä ja korvataan johtopalalla, jolloin C alkaa purkautua R_1 :n ja R_2 :n kautta. Laske pitkän ajan kuluessa purkautuva termien energia c) yhteensä molemmista vastuksista ja d) erikseen vastuksesta R_1 .



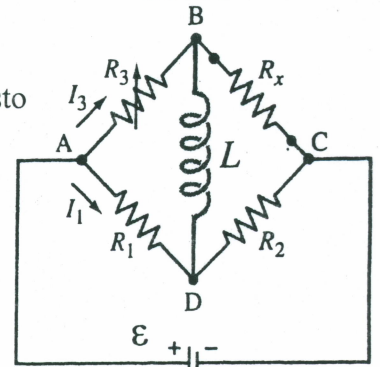
Kuva 2

3. Insinööri suunnittelee magneettisen nostimen, jolla nostetaan johdesauva m (massa on $m = 10 \text{ g}$ ja resistanssi on $0,5 \Omega$) yhdensuuntaisia johtavia (vastuksettomia) kiskoja pitkin (leveys on $d = 0,56 \text{ m}$). Kiskojen suuntainen gravitaatiokiihtyvyys on vakio $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Alaspäin kiskojen (eli kuvan) tasoa vastaan kohtisuoraan suuntautuu suurehko vakiomagneettikenttä $B = 3,5 \text{ T}$. Kiskojen välissä on akku. Kokeessa I pidetään m levossa ja kokeessa II nostetaan m ylöspäin vakiovauhdilla $1,5 \text{ cm/s}$. Laske kummassakin kokeessa a) akusta käytetty virta, b) akun vakiojännite ja c) akusta otettu teho.



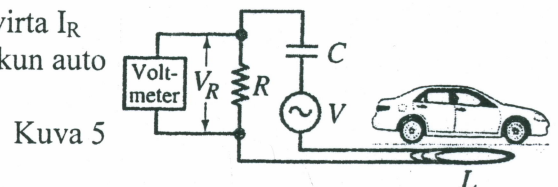
Kuva 3

4. Piirissä on vakiojännitteinen paristo, resistanssit $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 7 \text{ k}\Omega$ ja $R_x = 8 \text{ k}\Omega$ sekä induktanssi $L = 50 \text{ mH}$. Hetkellä $t = 0$ paristo kytketään (tyhjään) piiriin. Pitkän ajan kuluttua kytkennästä saavutetaan lopputila LT, jossa paristosta lähteväksi vakiovirraksi mitataan 30 mA. a) Osoita, että LT:ssa paristosta otettava teho on noin 3,3 W. Laske L :n kautta kulkeva virta ja sen päiden yli mitattu jännite b) välittömästi kytkentähetken $t = 0$ jälkeen ja c) tästä pitkän ajan kuluttua LT:ssa.



Kuva 4

5. Insinööri rakentaa liikennevaloja varten auton tunnistamiseksi vaihtovirtaisen sarjapiiriin, jossa on tehollinen jännitelähde $V = 30 \text{ V}$, vastus $R = 30 \Omega$, kondensaattori $C = 0,1 \mu\text{F}$ (mikro = 10^{-6}) ja tien alla kela (solenoidi) $L = 5 \text{ mH}$. Jännitelähteen taajuus viritetään piiriin resonanssiarvoon tilanteessa, jossa autoa ei ole paikalla. a) Laske taajuus (hertseinä). Auton ilmestyminen valoihin luo sen runkoon pyörrevirtoja, jotka laskevat piiriin induktanssia arviolta 15 %. Tällöin myös vastuksen (tehollinen) jännite V_R ja virta I_R muuttuvat ja auto voidaan näin havaita. Laske V_R ja I_R , kun auto b) ei ole tai c) on paikalla.



Kuva 5

$$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad (V = \varepsilon) \quad \tan \phi = \frac{X}{R} \quad X = \omega L - \frac{1}{\omega C} \quad i = I \sin(\omega t - \phi)$$

1 kWh = $3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$, 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 10^{-3}/u$, $1u = 10^{-3}/N_A = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,494 \text{ MeV}/c^2$, $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 10^{-7} \cdot c^2 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ($\text{C}^2/\text{N/m}^2$), $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ (N/A^2).

Opiskelijanumero (myös kirjain), nimi, koulutusohjelma, opintojakson koodi ja kokeen päivämäärä jokaiseen suorituspaperiin.