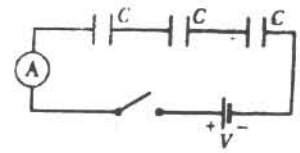


Suorittaessasi koko opintojakson tenttiä vastaa tähdellä merkittyihin tehtäviin.

Jos suoritat osatenttiä A, ilmoita oletko suorittanut tentin B ja päinvastoin.

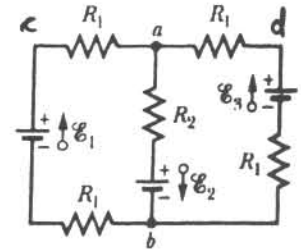
Tfy-3.119 Fysiikka II (KON, MAK, RYK) Osatentti IIA, 9.1.2007



Kuva 1

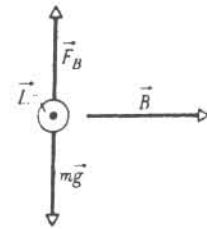
- *1. Virtapiirissä on kolmen peräkkäisen identtisen kondensaattorin $C = 108 \text{ pF}$ ryhmä, ideaalinen ampeerimittari A ja paristo $V = 120 \text{ V}$. Virtapiirin kytkin suljetaan ja C:t varautuvat. a) Paljonko varausta kulkeutuu kaikkiaan A:n läpi C:n varaustäytössä? Laske jokaisen C:n täyden lopputilan b) jännite ja c) energia. Lopuksi jokaisen varatun C:n sisään työnnetään tiiviisti eristelevy (suhteellinen dielektrisyysvakio on 4) siten, että paristo pidetään koko ajan kytkettynä. Laske tämä jälkeen kunkin kondensaattorin d) jännite, e) varaus ja f) energia.

2. a) Kuvassa on yksi ilmeinen piirros- tai merkintävirhe, mikä? Korjaa tätä laskua varten merkintävirhe pitäen itse virtapiirin VP kuvaa oikein piirrettyinä. Katsomalla VP:ä tarkasti huomataan, miten haarojen vastuksia voi yhdistää ja miten vastusten ja jännitelähteiden arvoista johtuen piiri on todellisuudessa hyvin symmetrinen, jota voi käyttää hyväksi. VP muodostuu osista $R_2 = 2R_1 = 2 \Omega$, $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 2\varepsilon_1 = 4 \text{ V}$. Laske VP:n b) kaikkien kolmen haaran virrat ja c) potentiaalierot $V_a - V_b$, $V_c - V_b$ ja $V_d - V_b$.



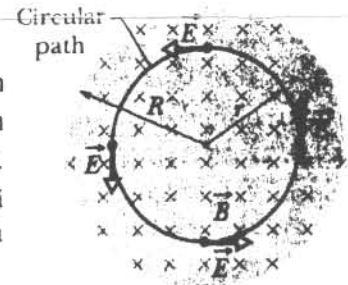
Kuva 2

3. Suoran L-pituisen johdetangon massa pituusyksikköä kohden on vakio λ_m . Sen läpi virtaa sähkövirta i . Tanko on asetettu vaakasuoraan siten, että se on kohtisuorassa vaakasuoraa magneettikenttää \vec{B} ja pystysuoraa gravitaatiokenttää \vec{g} vastaan. a) Johda lauseke magneettikentälle B siten, että tanko pysyy tasapainossa magneettisen Lorentzin voiman ja vakiogravitaation ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) vaikuttaessa. b) Laske B:n arvo sellaiselle kuparitangolle, jossa $i = 7 \text{ A}$ ja $\lambda_m = 46,6 \text{ g/m}$.



Kuva 3

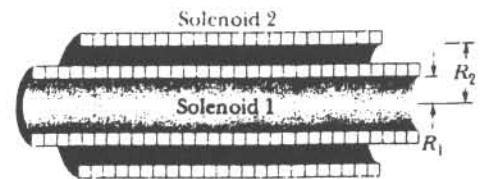
- *4. Sylinterin muotoisessa ympyräalueessa (säde on R) on paikasta riippumaton (homogeeninen) magneettikenttä \vec{B} (suunta alas kohtisuoraan kuvan tasosta), jonka ajallinen muutosnopeus $\dot{B} = dB/dt$ oletetaan tunnetuksi. Johda näiden suureiden avulla indusoitunut sähkökenttä \vec{E} keskipisteestä lasketun radiaalisen etäisyyden r funktiona sekä magneettikentän alueella että sen ulkopuolella.



Kuva 4

(b)

- *5. Johda keskinäisen induktanssin pituutta ℓ kohden laskettu lauseke M/ℓ , kahden solenoidin S koaksiaalissa (S:t ovat samankeskiset ja -suuntaiset) kytkennässä, kun kierrostiheydet eli pituusyksikköä kohden lasketut kierrosmäärät ovat n_1 ja n_2 sisemmässä ja ulommassa S:ssä, vastaavasti. Osoita, että M/ℓ ei riipu ulomman S:n säteestä R_2 ja selitä fysikaalisesti, miksi ei.



Kuva 5

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, $R = 8,31 \text{ J/mol/K}$, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $k_B = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, $T_C = T - 273,15 = (T_F - 32)/1,8$, $1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ torr}$, $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$, $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$, $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 10^{-7} \cdot c^2 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 511 \text{ keV}/c^2$, $m_n \approx m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 938 \text{ MeV}/c^2$, $h = 2\pi\hbar = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}/c$.

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

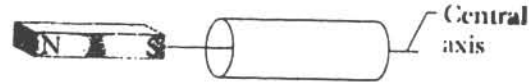
KÄÄNNÄ

Suorittaessasi koko opintojakson tenttiä vastaa tähdellä merkittyihin tehtäviin.

Jos suoritat osatenttiä A, ilmoita oletko suorittanut tentin B ja päinvastoin.

Tfy-3.119 Fysiikka II (KON, MAK, RYK) Osatentti IIB, 9.1.2007

1. Suora sylinteripaperiputki on sama-akselisesti lähellä tankomagneetin etelänapaa S. Miten tankomagneetin navat ja Maan ilmansuunnat liittyvät toisiinsa? a) Hahmottele magneettikentän kenttäviivat, jotka puhkaisevat paperiputken vaipan ja vasemman ja oikean pään. b) Mikä on paperiputken vaipan läpi lasketun magneettivuon etumerkki? c) Onko b)-kohdassa saatu tulos (vakioetumerkki) jotenkin ristiriidassa Gaussin lain kanssa? Selitys? d) Jos magneettivuon itseisarvovaipalla on 5 ja oikeassa päässä 3, niin mikä on vuo (merkkeineen) vasemmassa päässä?

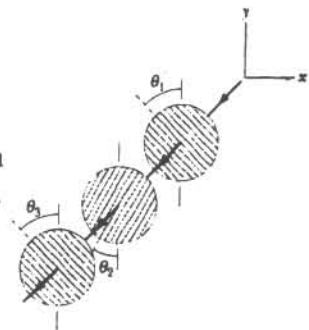


Kuva 1

- *2. Insinöörillä IN on vaihtojännitelähteenä generaattori, joka tuottaa tehollisarvoltaan (rms, avg) 1200 V sinimuotoista jännitettä taajuudella $f = 50$ Hz. IN kytkee generaattorin moottoriin, jossa ovat sarjassa vastus (resistanssi) 256Ω , kela $19/17$ H ja kondensaattori $2 \cdot 10^{-5}$ F. a) Osoita, että moottorin reaktiivinen resistanssi on noin 192Ω ja impedanssi noin 320Ω . Laske tämän sarjapiirin b) virran tehollisarvo (rms, avg), c) vastuksen pätöteho P (rms, avg), d) reaktiivinen loisteho Q (rms, avg), e) generaattorin antama nimellisteho S (rms, avg) ja f) tehokerroin $\cos \phi$.

Kuva 2
$$I = \frac{\epsilon}{\sqrt{R^2 + X^2}} \quad \tan \phi = \frac{X}{R} \quad X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

3. Polarisoidun valo ohjataan kuvan mukaisesti läpi kolmen tasopolarisaattorin, joiden polarisaatiosuunnat ovat a) $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 50^\circ$, b) $\theta_1 = 40^\circ$, $\theta_2 = 20^\circ$, $\theta_3 = 40^\circ$. Montako prosenttia ja desibeliä valon intensiteetti vaimenee näissä polarisoinneissa?



Kuva 3

- *4. Matkaava kaksonen MK lähtee 5 valovuoden (1a (ly)) päässä kotikaksosesta KK olevalle tähdelle sellaisella vakionopeudella v , että matka KK:n luota kestää MK:n kelloon mukaan vuoden. a) Osoita, että v on noin $0,9806 \cdot c$. Ohittaessaan tähden MK lähettää valosignaalin takaisin KK:lle. Mitä KK:n (vastin)kello näyttää sillä hetkellä, b) kun MK lähettää signaalin ja c) kun MK:n lähettämä signaali saapuu KK:lle? d) Kun KK saa signaalin, mitä silloin vuorostaan MK:n vastinkello näyttää? e) Ja kuinka kaukana KK:n mielestä MK tällöin on?

Kuva 4
$$x' = \gamma(x - vt), y' = y, z' = z, t' = \gamma(t - vx/c^2), \Delta t = \gamma \Delta t_0, L = L_0 / \gamma, \gamma = (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$$

- *5. Kvanttimekaaninen (mutta epärelativistinen) elektroni (massa on m_e) liikkuu x-akselilla nollapotentialien energiassa, ja sen liike-energia on 120 eV. Laske elektronin a) liikemäärä, b) (de Broglien) aallonpituus, c) aaltoluku k . d) Oletetaan, että protonilla (massa on m_p) on sama liike-energia kuin elektronilla. Vastaa perustellen kysymykseen, kummalla on pienempi aallonpituus (varsinaisia numerolaskuja ei tarvitse tehdä). e) Oletetaan, että elektroni liikkuu x-akselin positiiviseen suuntaan siten, että sen aaltofunktion amplitudi on 1. Laske numeroarvoilla elektronin ajasta riippumattoman Schrödingerin yhtälön ratkaisu ja ajasta riippuva aaltofunktio.

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} [E - U(x)] \psi = 0$$

$$\psi(x) = A e^{ikx} + B e^{-ikx}$$

$$\Psi(x, t) = \psi(x) e^{-i\omega t} = A e^{i(kx - \omega t)} + B e^{-i(kx + \omega t)}$$

$$k = \sqrt{\frac{8\pi^2 m(E - U)}{h^2}}$$

Kuva 5

$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 511 \text{ keV}/c^2$, $m_n \approx m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 938 \text{ MeV}/c^2$, $h = 2\pi\hbar = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js} = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}/c$, $1 \text{ la (ly)} (\text{valovuosi}) = c \cdot 1 \text{ a (1a on vuosi)} = 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$.