

FYS-1101 Insinöörifysiikka II (Petri Kaukasoina)
2. välikoe, 12.12.2014

Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava.

Huom! Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "2. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "2. VÄLIKOE JA TENTTI". Välikokeen suorittajat vastaavat tehtäviin 1–5, tentin suorittajat tehtäviin 3–7 ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin. (Tai jos haluat suorituksen opintojaksosta FYS-1120 Insinöörifysiikka IIb, mainitse siitä, ja vastaa vain tehtäviin 1–4).

1. Avaruusasema kulkee suoraa maata kohti vauhdilla 0,600c maan suhteen. Avaruusasemalta laukaistaan luotain kohti maata vauhdilla 0,750c avaruusaseman suhteen. Laske luotain maan suhteen.

2. Väriainelaserin orgaanisessa väriainemolekyylissä elektroni pääsee liikkumaan molekyyliä pitkin vapaasti päästä päähän, mutta ei pääse molekyylistä pois. Halutaan, että emittoituvan valon aallonpituus on 550 nm (vihreää valoa), kun elektroni siirtyy ensimmäiseltä virityltä tilalta perustilalle. Laske tarvittavan molekylin pituus.

3. Valitse kuhunkin kohtaan a–f oikea vaihtoehtoista A, B, ... Tasan yksi vaihtoehto on oikein joka kohdassa. Ei perusteluja. Oikeasta vastauksesta 1 p, väärästä tai puuttavasta vastauksesta 0 p.

a) Youngin kokeessa valo kulkee kahden raon läpi (raojen väli d) ja muodostuu kirkkaita ja pimeitä juovia varjostimelle. Jos käytetäänkin kymmentä rakoa (sama rakojen väli d), miten kuva muuttuu? Kirkkaat juovat siirtyvät A. kauemmaksi, B. lähemmäksi toisiaan, tai kirkkaat juovat pysyvät paikoillaan mutta ne C. kapenevat, D. levenevät.

b) Hyvin nopea juoma liikkuu Springfieldistä Shelbyvilleen päin. Markan puolivälissä sekä Springfieldistä että Shelbyvillestä tulee aikamerkki "kello on 12". Springfieldin aikamerkki tulee A. ennen, B. jälkeen, C. samaan aikaan Shelbyvillen aikamerkkiin verrattuna.

c) Tutkit valosäikeistä ilmiötä valaisemalla metallipintaa monokromaattisella sinisellä valolla. Kun kasvavat valon intensiteettiä pitäen valon värin samana, A. sekunnissa irtoavien elektronien lukumäärä kasvaa, B. elektronien kineettinen energia kasvaa, C. sekä elektronien määrä että energia kasvavat, D. elektronien määrä ja energia pysyvät samoina.

d) Päästetään elektroneja kahden raon kautta fluoresoivalle varjostimelle, jonne syntyy interferenssikuvio. Eräs elektroni satunnaisesti osuu varjostimen keskikohtaan yläpuolelle. Kysyksen elektronin on pitänyt A. kulkea ylempään raon kautta, B. kulkea alemman raon kautta, C. on mahdollen saava kumman raon kautta elektroni on kulkenut tai se kulki molempien rakojen kautta.

e) Potentiaaliatoksessa hiukkasen löytyminen kokeisyyssittieys laarikon reu-

nojen kohdalla on A. suurimmillaan, B. sama vakio kuin kaikkialla muuallakin, C. pieni, mutta nolaa suurempi, D. nolla.

f) Mritataan elektronin spiniliikkeen kulmaliiikemäärän suuruutta ja sen z-komponenttia. A. Sekä suuruudella että z-komponentilla on kaksi mahdollista eri arvoa. B. Suuruudella on vain yksi mahdollinen arvo ja z-komponentilla on kaksi mahdollista eri arvoa. C. Suuruudella on kaksi mahdollista eri arvoa ja z-komponentilla on vain yksi mahdollinen arvo. D. Sekä suuruudella että z-komponentilla on vain yksi mahdollinen arvo.

4. Amerikkim-241 on alfa-aktiivinen nukliidi, jonka puoliintumisaika on 432,2 vuotta. Sitä on palovaroittimissa. Ilma pääsee kulkemaan säteilylähteen läheltä, jolloin ilmaa ionisoituu ja pieni sähkövirta kulkee ilman läpi. Savun hiukkaset muuttavat kyseistä virtaa, mikä laukaisee hälytyksen. Laske palovaroittimen sisältämien amerikkim-ytimien lukumäärä, kun säteilylähteen aktiivisuus on 33 kBq.

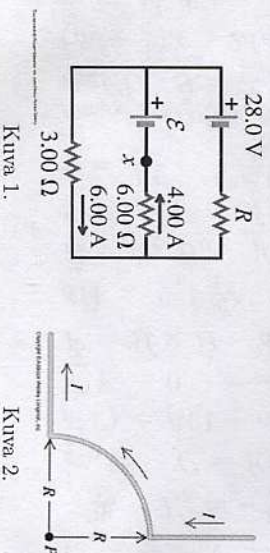
5. Tyhjiössä etenevän sähkömagneettisen aallon sähkökentän lauseke on

$$(120 \text{ V/m}) \cos[(1,2 \text{ rad/m})y + (3,6 \cdot 10^8 \text{ rad/s})t] \hat{k}.$$

a) Laske aallonpituus. b) Laske taajuus. c) Laske magneettikentän amplitudi. d) Yläolevan sähkökentän lausekeen mukaan koskin ollessa positiivinen sähkökenttä on yksikkövektorin $\hat{k}$ suuntainen. Minkä suuntainen magneettikenttä on kyseessä kohdassa samaan aikaan?

6. Laske kuvan 1 piiriin lähdējännite eli emf $\mathcal{E}$ ja vastuksen resistanssi R .

7. Johtimessa kulkee virta $I = 12,0 \text{ A}$ kuvan 2 mukaan. Johtin koostuu kahdesta suorasta, pitkästä osasta ja R -säteen ympärään neljänneksestä ($R = 0,230 \text{ m}$). Laske virran aiheuttaman magneettikentän suuruus ja suunta pisteessä P lähtien hiikkele jostakin atkin kääntöpuolen perustlaista.



Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

$$\begin{aligned}
\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} & \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 \\
\vec{\tau} &= \vec{p} \times \vec{E} & \Phi_E &= \int \vec{E} \cdot d\vec{A} & \Phi_E &= \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0} & U &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r} \\
V &= \frac{U}{q_0} & V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} & V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r} & V_a - V_b &= \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} & E_x &= \\
&= -\frac{\partial V}{\partial x} & E_y &= -\frac{\partial V}{\partial y} & E_z &= -\frac{\partial V}{\partial z} & C &= \frac{Q}{V_{ab}} & C &= \epsilon_0 \frac{A}{d} & U &= \frac{Q^2}{2C} & u &= \\
&= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 & C &= KC_0 & \epsilon &= K\epsilon_0 & I &= \frac{dQ}{dt} & J &= \frac{I}{A} & \vec{J} &= nq\vec{v}_d & \vec{E} &= \rho\vec{J} \\
\rho(T) &= \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)] & R &= \frac{\rho L}{A} & V &= IR & P &= V_{ab}I & \sum I &= 0 \\
\sum V &= 0 & \tau &= RC & \vec{F} &= q\vec{v} \times \vec{B} & \Phi_B &= \int \vec{B} \cdot d\vec{A} & \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} &= 0 \\
\vec{F} &= I\vec{l} \times \vec{B} & d\vec{F} &= Id\vec{l} \times \vec{B} & \vec{\tau} &= \vec{\mu} \times \vec{B} & \vec{\mu} &= NI\vec{A} & \vec{B} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2} \\
d\vec{B} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} & \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \mu_0 I_{\text{encl}} & \vec{M} &= \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V} & \vec{B} &= \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} \\
\vec{B} &= K_m \vec{B}_0 & \mu &= K_m \mu_0 & \chi_m &= K_m - 1 & \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} &= \mu_0 (i_C + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt})_{\text{encl}} \\
\mathcal{E} &= -\frac{d\Phi_B}{dt} & \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} &= -\frac{d\Phi_B}{dt} & L &= \frac{N\Phi_B}{i} & \mathcal{E} &= -L \frac{di}{dt} & U &= \frac{1}{2} LI^2 \\
u &= \frac{B^2}{2\mu_0} & \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial x^2} &= \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y(x,t)}{\partial t^2} & c &= \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} & E &= cB & \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) & u &= \epsilon_0 E^2 & S &= \\
\epsilon_0 c E^2 & & \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 & d \sin \theta &= m\lambda & d \sin \theta &= \\
(m + \frac{1}{2})\lambda & & 2d \sin \theta &= m\lambda & x &= x' + ut & y &= y' & z &= z' & t &= t' \\
v_x &= v'_x + u & \gamma &= \frac{1}{\sqrt{1-u^2/c^2}} & \Delta t &= \gamma \Delta t_0 & l &= \frac{l_0}{\gamma} & x' &= \gamma(x - ut) \\
y' &= y & z' &= z & t' &= \gamma(t - ux/c^2) & v'_x &= \frac{v_x - u}{1 - uv_x/c^2} & v_x &= \frac{v'_x + u}{1 + uv'_x/c^2} \\
\gamma &= \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} & \vec{p} &= \gamma m \vec{v} & E &= K + mc^2 & K &= (\gamma - 1)mc^2 & E &= \gamma mc^2 \\
E^2 &= (mc^2)^2 + (pc)^2 & E &= hf & K_{\text{max}} &= hf - \phi & E &= pc & hf &= E_i - E_f \\
L &= n \frac{h}{2\pi} & \lambda' - \lambda &= \frac{h}{me} (1 - \cos \phi) & \lambda &= h/p & \hbar &= h/2\pi & \Delta x \Delta p_x &\geq \\
\frac{h}{2} & & \Delta E \Delta t &\geq \frac{h}{2} & -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + U\psi &= E\psi & \psi &= \sqrt{2/L} \sin(n\pi x/L) & E &= \\
\frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2mL^2} & & \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx &= 1 & \psi &= A \cos kx + B \sin kx & \psi &= Ce^{\kappa x} + De^{-\kappa x} \\
E &= (n + \frac{1}{2})\hbar\omega & -\frac{\hbar^2}{2m} (\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}) + U\psi &= E\psi & E &= -\frac{13.60 \text{ eV}}{n^2} \\
L &= \sqrt{l(l+1)}\hbar & L_z &= m_l \hbar & S &= \sqrt{s(s+1)}\hbar & S_z &= m_s \hbar & \Delta M &= \\
ZM_H + Nm_n - \frac{A}{Z} M & & E_B &= (ZM_H + Nm_n - \frac{A}{Z} M)c^2 & A(t) &= -\frac{dN(t)}{dt} \\
A(t) &= \lambda N(t) & N(t) &= N_0 e^{-\lambda t} & \lambda &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} & T_{\text{mean}} &= \frac{1}{\lambda} & A(t) &= A_0 e^{-\lambda t} \\
Q &= (M_A + M_B - M_C - M_D)c^2
\end{aligned}$$

Planckin vakio	$6.6260755 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$
elektronin massa	$9.1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
alkeisvaraus	$1.60217733 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$
atomimassayksikkö	$1 \text{ u} = 1.660538782 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadron luku	$N_A = 6.0221415 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
pallon ala	$4\pi r^2$
ympyrän ala	πr^2
ympyrän piiri	$2\pi r$