

Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava.

Kirjoita vastauspaperin yläreunaan joko "2. VÄLIKOE", "TENTTI" tai "2. VÄLIKOE JA TENTTI". Välikokeen suorittajat vastaavat tehtäviin 1–4, tentin suorittajat tehtäviin 2–6 ja molempia samanaikaisesti yrittävät vastaavat kaikkiin tehtäviin.

1. Laboratoriossa tehdään mittauksia hiukkassuihkusta. Laboratoriomittauksissa havaitaan, että suihkun mukana liikkuvien hiukkasten keskimääräinen elinaika on 21 ns. Toisaalta samanlaisten laboratoriossa levossa olevien hiukkasten keskimääräinen elinaika on 7.5 ns. a) Laske hiukkassuihkun hiukkasten vauhti laboratorion suhteen. b) Jos hiukkasten mukana suihkussa liikkuisi kello samalla vauhdilla kuin hiukkaset, kuinka pitkä keskimääräinen elinaika olisi sen kellon mukaan?

2. Laske vedyn lähettämän valon aallonpituus, kun valo on peräisin transitiosta vetyatomien ensimmäiseltä viritystilalta perustilalle.

3. Koboltti-57 eli $^{57}_{27}\text{Co}$ on epästabiili ydin, joka hajoaa vain elektronikaappauksella. a) Kirjoita hajoamisytälö. b) Laske, paljonko energiaa vapautuu elektronivoltteina yhden ytimen hajoamisessa. Atomimassoja: ^4_2He 4.002602 u, $^{53}_{25}\text{Mn}$ 52.941290 u, $^{57}_{26}\text{Fe}$ 56.935399 u, $^{57}_{27}\text{Co}$ 56.936296 u, $^{57}_{28}\text{Ni}$ 56.939794 u.

4. Sähkömagneettisen aallon Poyntingin vektori on

$$\vec{S} = (480 \text{ W/m}^2) \hat{k} \cos^2[(1.05 \text{ rad/m}) z - (3.14 \cdot 10^8 \text{ rad/s}) t].$$

Laske a) aallonpituus, b) taajuus ja c) intensiteetti (eli kohtisuoran pinnan lävistävän tehon keskimääräinen suuruus alaa kohti). d) Mihin suuntaan aalto etenee?

5. Umpinaisen metallipallon varaus on 25 nC ja säde on 85 mm. Laske varatun pallon aiheuttama sähkökenttä Gaussin lain avulla pisteessä, jossa etäisyys keskipisteestä on a) 45 mm ja b) 95 mm. Ilmoita myös kentän suunta.

6. Kahdella isolla, vaakasuoralla, johtavalla levyllä on vastakkaismerkkiset mutta yhtäsuuret varaukset. Ylempi levy on negatiivinen ja alempi on positiivinen. Levyjen välimatka on 2.20 cm. Sähkökentän suuruus levyjen välissä on $3.00 \cdot 10^4 \text{ V/m}$. a) Minkä suuntainen sähkökenttä on levyjen välissä? b) Kuinka suuri levyjen välinen potentiaaliero on itseisarvoltaan? c) Kumman levyn potentiaali on korkeampi? d) Hiukkanen, jonka varaus on $-e$ (e on alkeisvaraus), siirtyy ylemmältä levyllä alemmalle. Laske sähkökentän tekemä työ hiukkaseen (jouleina).

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 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} & \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}{mc}(1 - \cos \phi) & \lambda &= h/p & \hbar &= h/2\pi & \Delta x \Delta p_x &\geq \\
\frac{\hbar}{2} & \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{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	$2\pi r$