

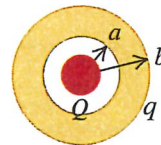
- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
- Kääntöpuolella kaavoja ja alla vakioita.
- Tehtävät 1-5 kuuluvat tenttiin ja tehtävät 3-6 toiseen välikokeeseen.
- Kaikki saa tehdä ja parempi arvosana jää voimaan.

1. Totta vai tarua? (Vastaa väittämiin joko Totta tai Tarua)

- Sähkökentän suunta on $+x$ -suuntaan. Tällöin sähkökentän elektroniin kohdistama voima on $-x$ -suuntaan.
- Jos johdinsilmukan läpäisevä magneettikenttä kasvaa, niin silmukkaan indusoituu sähkömotorinen voima ja sähkövirta.
- Erään molekyylin sähköisen dipolimomentin suuruus on 3.0×10^{-29} Cm ja se osoittaa $+y$ -suuntaan. Jos sähkökenttä osoittaa $+x$ -suuntaan ja sen suuruus on 6.0×10^5 N/C, niin dipoliin kohdistuva vääntömomentti on 18.0×10^{-24} Nm ja vääntömomentin suunta on $+z$ -suuntaan.
- Varattu hiukkanen kulkee suoraviivaista rataa vakiovauhdilla tasaisessa sähkö- ja magneettikentässä. Tällöin sähkö- ja magneettikentän välillä on yhteys: $\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$.
- Jos sinimuotoisen sähkömagneettisen tasoaallon oskilloiva termi on $\cos(kx + \omega t)$, niin aalto etenee $+x$ -suuntaan.
- Tasolevykondensaattoriin on varastoitu energiaa. Kun sen levyjen välinen etäisyys kaksinkertaistetaan, niin varastoituneen energian määrä nelinkertaistuu.

2. Onton johdepallon varaus on $q = 5.0$ nC. Pallon keskipisteessä (ontossa onkalossa) on pistevaraus, jonka varaus on $Q = 2.0$ nC.

- Miten 5.0 nC varaus on jakautunut ontossa johdepallossa?
- Määritä Gaussin lakia käyttäen sähkökentän suuruus ja suunta pallon ulkopuolella 10.0 cm etäisyydellä pallon keskipisteestä.



3.

- Mikä on sellaisen elektronin vauhti, jonka kineettinen energia on kolmasosa sen lepoenergiasta?
- Haluat matkustaa 20 valovuoden päähän seuraavan 10 elinvuotesi aikana. Kuinka nopea avaruusaluksen on oltava?

4. Eräessä nanolangassa (esim. yksiulotteinen hiiliketju) elektroni pääsee liikkumaan lähes vapaasti. Nanolangan pituus on 14.75 nm.

- Voit mallintaa tapausta yksiulotteisena potentiaaliatikkona. Mikä on emittoituvan valon aallonpituus, kun elektroni siirtyy ensimmäiseltä viritetyltä tilalta perustilalle?
- a-kohdan fotonin virittää erään molekyylin rotaation perustilalta ensimmäiselle rotaation viritetylle tilalle. Laske kyseisen molekyylin hitausmomentti.

5.

- Erään puolijohteen johtavuusvyö on tyhjä ja valenssivyö on täysi. Puolijohteen energiaraon suuruus on 0.9 eV. Kyseisen materiaalin johtavuus paranee huomattavasti, kun sitä valaistaan sopivalla valolla.
 - Mikä on suurin aallonpituus, jolla valo vielä vaikuttaa kyseisen materiaalin johtamiskykyyn?
 - Onko edellä kuvatussa tilanteessa kyseessä valon absorptio, diffraktio vai emissio?
- Eräessä elektronidiffraktiokokeessa elektronin de Broglien aallonpituus on 600.0 nm. Millaisella vauhdilla elektroni liikkuu kohti kideä?

6. Totta vai tarua? (Vastaa väittämiin joko Totta tai Tarua)

- Positroni ja elektroni voivat annihiloitua emittoiden γ -säteilyä.
- Atomissa elektronin energiatilat jakautuvat magneettikentässä sekä spinin että kulmaliikemäärän takia.
- Terbium-160 ytimen säde on kaksi kertaa suurempi kuin Neon-20 ytimen säde.
- Puolijohteilla energiarako on suurempi kuin eristeillä, koska puolijohteet johtavat paremmin sähköä kuin eristeet.
- Kiteen muodostuessa sen atomien potentiaalienergia kasvaa.
- Emissiospektrin K_{α} -piikki aallonpituudella 0.040 nm vastaa $^{137}_{56}\text{Ba}$ atomia eli Bariumia.

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$h = 4.136 \times 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$u = 1.660539 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_p = 1.007276 \text{ u}$$

$$m_n = 1.008665 \text{ u}$$

$$uc^2 = 931.5 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1.055 \times 10^{-34} \text{ Js},$$

$$a_0 = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m},$$

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Kaavakokoelma: FYS-1130, Kylänpää

Huom! Kaikki kaavat eivät ole yleispäteviä vaan soveltuvat vain erikoistapauksiin.

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \hat{k} \quad \text{Pallo: } A = 4\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

$$p = qd \quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{encl}}}{\epsilon_0}$$

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_0}{r} \quad V = \frac{U}{q_0}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \quad V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r}$$

$$W_{a \rightarrow b} = q_0(V_a - V_b) = U_a - U_b$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\vec{E} = - \left(\frac{\partial V}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{k} \right)$$

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} \quad C = \epsilon \frac{A}{d} \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$U = \frac{Q^2}{2C} \quad u = \frac{1}{2} \epsilon E^2$$

$$C = K C_0 \quad \epsilon = K \epsilon_0$$

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad J = \frac{I}{A}$$

$$\vec{J} = nq\vec{v}_d \quad \vec{E} = \rho \vec{J}$$

$$\rho(T) = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad \rho = \frac{m}{ne^2 \tau}$$

$$V = IR \quad P = V_{ab} I$$

$$\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}} \quad \sum V = 0$$

$$q = C \mathcal{E} (1 - e^{-t/RC})$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B} + \vec{E})$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B} \quad \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$\vec{\mu} = N I \vec{A}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 q \vec{v} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad B = \mu_0 n I$$

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{M} \quad \vec{B} = K_m \vec{B}_0$$

$$\vec{M} = \frac{\vec{\mu}_{\text{total}}}{V}$$

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(i_c + \epsilon \frac{d\Phi_E}{dt} \right)_{\text{encl}}$$

$$M = \frac{N_2 \Phi_{B,2}}{i_1} \quad \mathcal{E}_2 = -M \frac{di_1}{dt}$$

$$L = \frac{N \Phi_B}{i} \quad \mathcal{E} = -L \frac{di}{dt}$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \quad u = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

$$i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} (1 - e^{-tR/L})$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad E = cB$$

$$\frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial x^2} = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E_y(x, t)}{\partial t^2}$$

$$\vec{E}(x, t) = E_{\text{max}} \hat{j} \cos(kx - \omega t)$$

$$\vec{B}(x, t) = B_{\text{max}} \hat{k} \cos(kx - \omega t)$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \omega = 2\pi f$$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$I = S_{\text{av}} = \frac{1}{2} \epsilon_0 c E_{\text{max}}^2$$

$$x' = \gamma(x - ut) \quad y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \gamma(t - ux/c^2) \quad \Delta t = \gamma \Delta t_0$$

$$l = \frac{l_0}{\gamma} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

$$v'_x = \frac{v_x - u}{1 - uv_x/c^2}$$

$$v_x = \frac{v'_x + u}{1 + uv'_x/c^2} \quad \vec{p} = \gamma m \vec{v}$$

$$E = K + mc^2 \quad E = \gamma mc^2$$

$$E = \sqrt{(mc^2)^2 + (pc)^2}$$

$$E = hf \quad E = pc \quad hf - \phi = eV_0$$

$$\lambda = h/p \quad p = h/\lambda$$

$$hf = E_f - E_i \quad hf = E_i - E_f$$

$$m\lambda = d \sin \theta$$

$$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar/2 \quad \Delta E \Delta t \geq \hbar/2$$

$$P = \int_{x_1}^{x_2} |\psi|^2 dx \quad \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx = 1$$

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2}{8mL^2} \quad \psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi(x)}{dx^2} + U(x) \psi(x) = E \psi(x)$$

$$E = -\frac{13.60 \text{ eV}}{n^2} \quad L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$$

$$L_z = m_l \hbar \quad S_z = m_s \hbar$$

$$U = -\mu_z B = m_l \mu_B B$$

$$f = f_0(Z - 1)^2, f_0 = 2.48 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E_{n\nu} = (n_\nu + \frac{1}{2}) \hbar \omega$$

$$E_{l_r} = l_r(l_r + 1) \frac{\hbar^2}{2I}$$

$$E_B = (ZM_H + Nm_n - \frac{A}{Z} M) c^2$$

$$\beta^+: Q = (M_P - M_D - 2m_e) c^2$$

$$\beta^-, \text{ EC: } Q = (M_P - M_D) c^2$$

$$Q = (M_P - M_D - M_{^4\text{He}}) c^2$$

$$Q = (M_A + M_B - M_C - M_D) c^2$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad T_{\text{mean}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2}$$

$$A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right| = \lambda N(t)$$

$$D = \frac{E_{\text{abs}}}{m} \quad H = \text{RBE} \times D$$

$$E = pc = \gamma m v c$$

$$v = \frac{p}{\gamma m} =$$