

FYS-1200 Insinöörifysiikka KR III

Tentti, 4.10.2010

Tehtäväpaperiin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia tai kirjallisuutta ei saa käyttää. Funktiolaskin sallittu, ohjelmoitava tai graafinen laskin ei.

1. Kaksi ohutta linssiä, joiden polttoväli on suuruudeltaan 12 cm , asetetaan peräkkäin 9.00 cm etäisyydelle toisistaan. Ensimmäinen linssi on kokoava ja toinen hajottava. 2.50 mm korkea asine asetetaan ensimmäisen linssin eteen 20.0 cm etäisyydelle linssistä. (a) Mikä on lopullisen kuvan paikka? (b) Onko kuva todellinen vai valekuva? (c) Mikä on lopullisen kuvan koko? Onko kuva oikeinpäin vai nurinpäin?

2. Satelliitti voi varautua osittain fotoemissiosta johtuvan elektronien menetyksen takia. Jotta varautuminen saataisi minimoitua, satelliitti päällystetään platinalla, jonka työfunktio on suuri, 5.32 eV . Mikä pitää fotonin taajuuden vähintään olla, että se voisi irrottaa elektronin platinasta?

3. Elektronisuihkun ensimmäisen kertaluvun diffraktiomaksimi alumiinikiteen pinnasta havaitaan kulmassa 8.5° , kun elektronien kiihdytysjännite on 140 V . Laske (a) elektronien de Broglie aallonpituus ja (b) kidetasojen etäisyys alumiinikiteessä.

4. Tutkija on kehittänyt uuden menetelmän, jolla voi eristää yksittäisiä partikkeleita. Sama tutkija väittää voivansa mitata *samanaikaisesti* partikkelin paikan x - akselilla ja sen liikemäärän samalla akselilla. Paikan mittauksen tarkkuus on 0.12 nm ja liikemäärän tarkkuus $3.0 \cdot 10^{-25}\text{ kgm/s}$. Tutki väitteen pitävyyttä Heisenbergin epätarkkuusperiaatetta käyttäen.

5. Vety-atomi on tilalla, jolle kvanttiluvut ovat $n = 4$, $\ell = 3$ ja $m_\ell = -1$. Laske (a) L^2 , (b) L_z^2 ja (c) $L_x^2 + L_y^2$. (d) Onko summa $L_x^2 + L_y^2$ kvantittunut? Ilmoita tulokset \hbar :n avulla.

Vakioita:

$$c = 2.9979 \cdot 10^8\text{ m/s}$$

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

$$\hbar = h/2\pi$$

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

$$m_n = 1.675 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$$

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

FYS-1200 Insinöörifysiikka KR III

Valon luonne

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

$$\theta_r = \theta_a$$

$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b$$

$$I = I_{\max} \cos^2 \phi$$

Geometrisen optiikka

$$s = -s'$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

$$\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s'} = \frac{n_b - n_a}{R}$$

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{n_a s'}{n_b s}$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Interferenssi

$$r_2 - r_1 = m\lambda$$

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

$$2t = m\lambda$$

Diffraktio

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{a}$$

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

$$2d \sin \theta = m\lambda$$

Suhteellisuusteoria

$$\gamma = 1 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0$$

$$\ell = \ell_0 / \gamma$$

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

$$t' = \frac{t - vx / c^2}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

$$E = K + mc^2$$

$$K = (\gamma - 1)mc^2$$

Fotonit

$$E = hf = hc / \lambda$$

$$eV_0 = hf - \phi$$

$$E_n = -13.60 / n^2 \text{ (eV)}$$

$$mv_n r_n = nh / 2\pi$$

$$I = \sigma T^4$$

$$\lambda_m T = 2.90 \cdot 10^{-3} \text{ Km}$$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \cos \phi)$$

Partikkelit

$$\lambda = h / p = h / mv$$

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

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar$$

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar$$

Kvanttimekaniikka

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$$

$$\psi_n = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L}$$

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

$$dP = |\psi|^2 dx$$

Atomin rakenne

$$L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar$$

$$\ell = 0, 1, 2, \dots, n-1$$

$$L_z = m_\ell \hbar$$

$$m_\ell = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \ell$$

$$S = \sqrt{s(s+1)}\hbar, \quad s = \frac{1}{2}$$

$$S_z = m_s \hbar, \quad m_s = \pm \frac{1}{2}$$

$$U = m_\ell \frac{e\hbar}{2m} B$$

Ydinfysiikka

$$E = mc^2$$

$$R = R_0 A^{1/3}, \quad R_0 = 1.2 \text{ fm}$$

$$A = \lambda N$$

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$