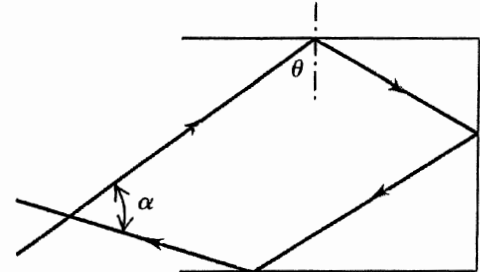


FYS-1200 Insinöörifysiikka KR III

Tentti, 14.05.2009

Tehtäväpaperiin kääntöpuolella on kaavoja. Muita kaavakokoelmia tai kirjallisuutta ei saa käyttää.

1. Kolme tasopeiliä sijoitetaan kuvan mukaisesti niin, että niiden väliset kulmat ovat suoria. (a) Muodosta kuvaan merkittyjen kulmien θ ja α välinen relaatio. (b) Millä kulman θ arvolla heijastuneet säteet ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan?



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?

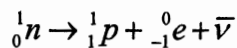
3. Kuvittele pelaavasi palloa "maailmassa", jossa Planckin vakion arvo on 0.60 Js . Oletetaan pallon massaksi 0.50 kg , nopeudeksi 20 m/s ja nopeuden epätarkkuudeksi 1.2 m/s . Laske pallon paikan epätarkkuus.

4. Avaruudessa on yksiulotteinen askelmainen potentiaalienergia, eli se on muotoa

$$U(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ U_0, & x > 0 \end{cases}$$

Partikkeli, jonka energia on suurempi kuin askelman korkeus U_0 , lähestyy askelmaa negatiivista x -akselia pitkin. (a) Kirjoita partikkelin Schrödinger-yhtälö eri alueissa. (b) Mitä reunaehtoja ratkaisuna olevan aaltofunktion tulee toteuttaa? (c) Aaltofunktio on kummassakin alueessa sinimuotoisesti värähtelevä käyrä. Mitä voit Schrödinger-yhtälön perusteella päätellä käyrien värähtelytaajuudesta askelman eri puolilla? Perustelee.

5. Onko vapaan neutronin radioaktiivinen-hajoaminen



energeettisesti mahdollinen? Reaktioyhtälössä n on neutroni, p protoni, e elektroni ja $\bar{\nu}$ antineutrino, joka oletetaan massattomaksi. Perustelee vastauksesi. Tarvittavat massat:

$$m_p = 1.672623 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad m_n = 1.674929 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad \text{ja} \quad m_e = 9.10939 \cdot 10^{-31} \text{ kg}.$$

Vakioita:

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

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \quad \hbar = h/2\pi$$

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

FYS-1200 Insinöörifysiikka KR III

Valon luonne

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

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

$$\theta_r = \theta_a$$

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

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

Geometrinen optiikka

$$s = -s'$$

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

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

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

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

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

Interferensi

$$r_2 - r_1 = m\lambda$$

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

$$2t = m\lambda$$

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

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

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

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

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

Atomin rakenne

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

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

$$L_z = m_\ell \hbar$$

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

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

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

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

Ydinfyysiikka

$$E = mc^2$$

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

$$A = \lambda N$$

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

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