

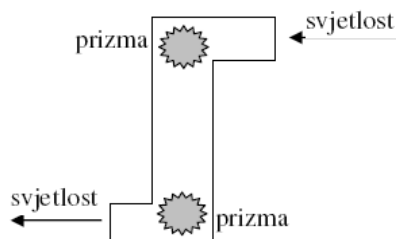
OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Srednje škole - 4. grupa

Zadatak 1 (10 bodova)

Dva jednaka atomska sata pažljivo su podešena da pokazuju jednako vrijeme. Jedan se stavi u zrakoplov, a drugi ostaje na tlu. Zrakoplov ode i vrati se nazad tako da mu je iznos prosječne brzine putovanja 250m/s. U trenutku povratka sat koji je ostao na tlu pokazuje da je od trenutka odlaska prošlo 4 sata. Za koliko će se (prema posebnoj teoriji relativnosti) razlikovati očitavanje na satovima i koji od njih će pokazivati kraće proteklo vrijeme?

Zadatak 2 (10 bodova)



Periskop podmornice koristi dvije trokutaste 45°-45°-90° prizme koje su postavljene tako da se potpuna refleksija odvija kod obje prizme na stranici koja priliježe uz kutove od 45°. Skiciraj putanju zrake svjetlosti i položaj prizmi u skladu s predloženom slikom. Sve cijevi su uske i duge. Ako nastane pukotina te se prostor oko donje prizme u periskopu ispuni vodom, objasni hoće li periskop i dalje ispravno služiti. Indeks loma stakla prizmi je 1,52, a vode 1,33.

Zadatak 3 (10 bodova)

Tanki sloj ulja indeksa loma 1,25 razlio se na glatki vodom prekriveni kolnik (indeks loma vode 1,33). Kad ga se pogleda okomito, sloj izgleda crven (640nm) i nema plave komponente (512nm). Kolika je debljina sloja ulja? Kako si sigurna/siguran u jedinstvenost rješenja?

Zadatak 4 (10 bodova)

Svijetli predmet udaljen je 4m od vertikalnog zida. Pomoću konkavnog zrcala želiš na zidu dobiti 2.25 puta veću sliku. Kamo treba staviti zrcalo i koliki mu mora biti polumjer zakrivljenosti?

Zadatak 5 (10 bodova)

Ion Be^{3+} ima samo jedan elektron. Promotri ga u Bohrovu modelu atoma. Izračunaj omjer opsega putanje i deBroglieove valne duljine za elektron u n -tom stanju. Kako taj omjer ovisi o broju protona?

Konstante:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg (masa elektrona)}$$

Uputa: za $x \ll 1$ koristite izraz $(1+x)^n = 1+nx$

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Srednje škole - 4. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

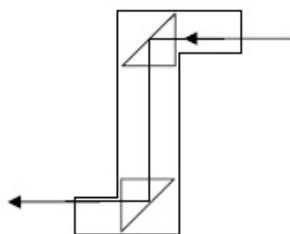
Zadatak 1 (10 bodova)

Ako na satu u mirujućem sustavu protekne vrijeme Δt , onda u sustavu koji se giba brzinom v protekne vrijeme $\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - v^2/c^2}$. (3 boda)

Tako sat koji putuje u zrakoplovu pokazuje kraće proteklo vrijeme. (2 boda)

Razlika je $\Delta t - \Delta t' = \Delta t \left(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}\right) \approx \frac{v^2 \Delta t}{2c^2} = 5 \cdot 10^{-9}$ s. (5 bodova)

Zadatak 2 (10 bodova)



Položaj prizmi i put zrake prikazan je na slici (4 boda)

Granični kut upada zrake iz stakla u zrak je $\arcsin(1/1,52) = 41,1^\circ$ pa se zraka potpuno reflektira. (2 boda)

Ulaskom vode oko prizme granični kut za prelazak iz stakla u vodu postaje $\arcsin(1,33/1,52) = 61^\circ$. (2 boda)

Kad uđe voda, potpuna refleksija se ne događa, pa periskop ne prenosi sliku izvana unutra. (2 boda)

Zadatak 3 (10 bodova)

Razlika putova zrake reflektirane na donjoj granici ulja i zrake reflektirane na gornjoj granici ulja iznosi $2dn + \lambda/2 - \lambda/2$, gdje su obje zrake dobile pomak pri refleksiji na optički gušćem sredstvu, a d je debljina sloja ulja i n njegov indeks loma. (2 boda)

Da bi se crvena vidjela, treba biti $2dn = k\lambda_c$ (1 bod)

i da se plava ne vidi $2dn = (k' + 1/2)\lambda_p$. (1 bod)

Dijeljenjem te dvije jednačbe slijedi uz zadane valne duljine $k' = 1,25k - 0,5$. (1 bod)

Cjelobrojna rješenja (k, k') su $(2, 2)$, $(6, 7)$, itd. (1 bod)

Za $k=2$ i uz $\lambda_c = 640\text{nm}$ dobije se $d = 512\text{nm}$. (1 bod)

Za $k=6$ proizišla bi veća debljina sloja, no tada bi se za još neke valne duljine javila konstruktivna interferencija pa sloj ne bi bio crven. Tako $k=2$ daje jedino rješenje. (3 boda)

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 29.1.2008.

Zadatak 4 (10 bodova)

Jednadžba konkavnog zrcala je $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f}$, gdje je x_1 udaljenost predmeta od zrcala, a x_2 udaljenost zida (slike) od zrcala i $f=R/2$ žarišna daljina zrcala. (2 boda)

Također vrijedi $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$, gdje je y_1 veličina predmeta, a y_2 veličina slike, za koje je zadano $y_2/y_1=g=2,25$. (2 boda)

Iz navedenih jednadžbi slijedi $x_1 = \frac{d}{g-1} = 3,2$ m (1 bod)

$x_2 = \frac{gd}{g-1} = 7,2$ m (1 bod)

$R = \frac{2gd}{g^2-1} = 4,43$ m. (2 boda)

Za ispravnu skicu dobije se (2 boda)

Zadatak 5 (10 bodova)

Bohrov uvjet za stabilne putanje elektrona u ionu glasi $m_e v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$, (1 bod)

a uvjet kruženja je $\frac{m_e v_n^2}{r_n} = \frac{eZe}{4\pi\epsilon_0 r_n^2}$, gdje je Z broj protona u jezgri. (1 bod)

Odatle se dobije polumjer putanje u n -tom stanju $r_n = \frac{\epsilon_0 h^2 n^2}{\pi m_e eZe}$ (2 boda)

i brzina elektrona $v_n = \frac{eZe}{2\epsilon_0 hn}$. (2 boda)

deBroglieva valna duljina elektrona u n -tom stanju je $\lambda_n = \frac{h}{mv_n} = \frac{2\epsilon_0 h^2 n}{m_e eZe}$. (2 boda)

Slijedi omjer $\frac{2\pi r_n}{\lambda_n} = n$. (1 bod)

Omjer je neovisan o naboju jezgre Ze . (1 bod)