

ZADACI ZA KANTONALNO TAKMIČENJE IZ FIZIKE
UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA

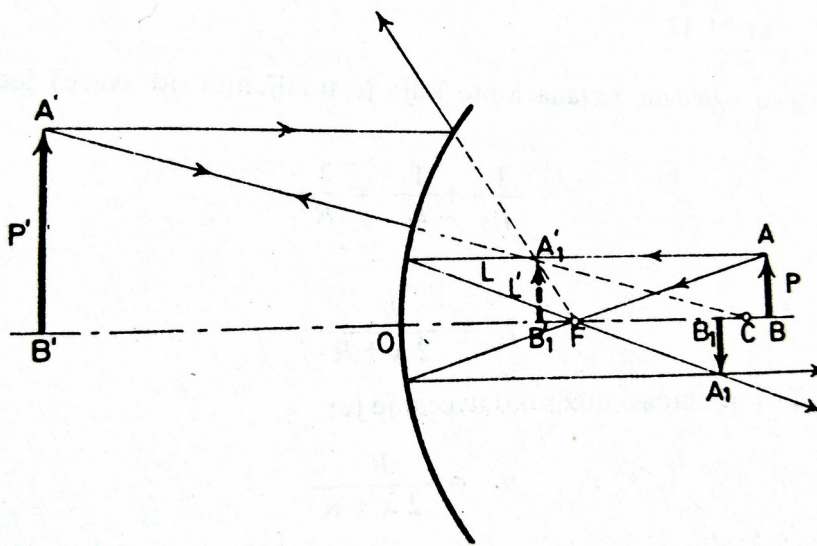
Tuzla, 7.04.2021
ONLINE

Oblast: OPTIKA, ATOMSKA I NUKLEARNA FIZIKA

1. Obje strane jedne sferne površine, poluprečnika krivine 28 cm djeluju kao ogledala. I s jedne i s druge strane ovog ogledala postavljen je po jedan svijetli vertikalni predmet na podjednakim rastojanjima od $p=34$ cm od tjemena ogledala. Visina predmeta koji se nalazi ispred konkavne strane ogledala iznosi $P=2,8$ cm. Kolika treba da bude visina predmeta koji se nalazi ispred konveksne strane ogledala da bi likovi oba predmeta bili na istom mjestu i imali jednake visine? Obavezno i geometrijski odrediti položaj lika!
2. Youngov eksperiment sa dva proreza se izvodi simultano sa dvije talasne dužine, $\lambda_1= 480$ nm i $\lambda_2= 600$ nm. Razmak između proreza je 5,0 mm, a oni su udaljeni od ekrana 1 m. Koliko je rastojanje između interferencijskih maksimuma trećeg reda na ekranu za date talasne dužine.
3. Dvostruko jonizovani atom litijuma (${}^7_3\text{Li}$), koji se nalazi u stanju mirovanja, pri prelazu iz prvog eksitovanog u osnovno stanje emituje foton. Ovim fotonom se jonizuje jednostruko jonizovani atom helijuma (${}^4_2\text{He}$) koji se nalazi u osnovnom stanju. Odrediti brzinu fotoelektrona.
4. Radioaktivni stroncijum (${}^{89}_{38}\text{Sr}$), emisijom β -čestice prelazi u stabilni itrijum (${}^{89}_{39}\text{Y}$). Period poluraspada stroncijuma je 51 dan. U početnom trenutku masa stroncijuma je iznosila 2 g. Koliko će biti itrijuma poslije 102 dana, ako u početnom trenutku nije bilo itrijuma.

Rješenje 1.:

Sa slike se vide položaji koje zauzimaju predmeti i likovi u odnosu na ogledalo. (5 bodova)



Visina lika A_1B_1 predmeta AB postavljenog sa konkavne strane je:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{l}{p} = \frac{R}{2p - R} \quad (5 \text{ bodova})$$

Iz jednačine uvećanja se dobija:

$$L = \frac{l}{p} p = \frac{R}{2p - R} p = 1,96 \text{ cm} \quad (5 \text{ bodova})$$

Visina lika $A_1' B_1'$ predmeta $A' B'$ postavljenog sa konveksne strane je:

$$\frac{1}{p} - \frac{1}{l'} = -\frac{2}{R} \Rightarrow \frac{l'}{p} = \frac{R}{2p + R} \quad (5 \text{ bodova})$$

Pošto je prema uslovima zadatka $L' = L$, a uvećanje je:

$$p' = \frac{p}{l'} L' \quad (2 \text{ boda})$$

Zamjenom, p/l' i $L' = L$, dobija se visina predmeta P' ispred konveksne strane ogledala:

$$P' = \frac{2p + R}{R} L = 6,7 \text{ cm} \quad (3 \text{ boda})$$

Rješenje 2.:

Uslov za maksimum je:

$$d \sin \theta = n \lambda \quad (5 \text{ bodova})$$

gdje za male uglove možemo uzeti da je:

$$d \cdot \theta = n \lambda \Rightarrow \theta = \frac{n \lambda}{d} \quad (3 \text{ boda})$$

Ugaono skretanje za dva maksimuma će biti:

$$\begin{aligned} \theta_1 &= \frac{n \lambda_1}{d} \\ \theta_2 &= \frac{n \lambda_2}{d} \end{aligned} \quad (5 \text{ bodova})$$

Odnosno, njihova razlika:

$$\Delta \theta = \frac{n(\lambda_2 - \lambda_1)}{d} \quad (3 \text{ boda})$$

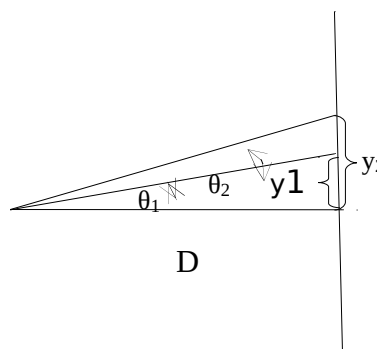
Kako je ekran udaljen na udaljenosti D od proreza imamo:

$$\Delta y = D \tan(\Delta \theta) = \frac{n D (\lambda_2 - \lambda_1)}{d} \quad (5 \text{ bodova})$$

Za male uglove vrijedi:

$$\Delta y = D \Delta \theta = \frac{n D (\lambda_2 - \lambda_1)}{d}$$

$$\Delta y = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ m} \quad (4 \text{ boda})$$



Rješenje 3.:

Za Li^{2+} : $Z=3$, $m=1$; $n=2$ (2 boda)

Energija emitovanog fotona pri prelazu elektrona iz prvog eksitovanog u osnovno stanje jona Li^+ je:

$$E_{21} = h\nu = E_{jH} \cdot Z^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (4 \text{ boda})$$

$$E_{21} = 13,6 \text{ eV} \cdot 3^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \quad (2 \text{ boda})$$

$$E_{21} = 91,8 \text{ eV} \quad (2 \text{ boda})$$

He^+ : Za helijum energija jonizacije je:

$$E_{j\text{He}} = E_{jH} \cdot Z^2 = 13,6 \text{ eV} \cdot 4 = 54,4 \text{ eV} \quad (4 \text{ boda})$$

Brzina emitovanog fotoelektrona se izračunava iz Ajnštajnovе relacije za fotoelektrični efekat:

$$h\nu = A_i + \frac{m v^2}{2} \quad (2 \text{ boda})$$

$$h\nu = E_{21}; A_i = E_{j\text{He}} \quad (4 \text{ boda})$$

$$E_{21} = E_{j\text{He}} + \frac{m v^2}{2} \quad (2 \text{ boda})$$

$$v = \sqrt{\frac{2(E_{21} - E_{jHe})}{m}} \quad (2 \text{ boda})$$

$$v = 3,63 \cdot 10^6 \frac{m}{s} \quad (1 \text{ bod})$$

Rješenje 4.:

$$T_{1/2}(Sr) = 51 \text{ dan}$$

$$m_{0Sr} = 2 \text{ g}$$

$$t = 102 \text{ dana}$$

$$m_Y = ?$$

U početnom trenutku imamo samo atome stroncijuma, koji beta raspadom prelazi u itrijum, te na osnovu zakona radioaktivnog raspada za stroncijum važi:

$$N_{Sr} = N_{0Sr} e^{-\lambda t} \quad (2 \text{ boda})$$

Pri čemu je broj raspadnutih jezgara stroncijuma jednak:

$$\Delta N_{Sr} = N_{0Sr} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (4 \text{ boda})$$

Kako radioaktivnim raspadom stroncijuma nastaje itrijum, važi:

$$\Delta N_{Sr} = N_Y \quad (4 \text{ boda})$$

$$N_Y = N_{0Sr} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (2 \text{ boda})$$

$$m_Y \frac{N_A}{M_Y} = m_{0Sr} \frac{N_A}{M_{Sr}} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (4 \text{ boda})$$

$$m_Y = m_{0Sr} (1 - e^{-\lambda t}) \quad (4 \text{ boda})$$

$$m_Y = 2 \text{ g} \left(1 - e^{\frac{-\ln 2}{T_{1/2}} t} \right) \quad (4 \text{ boda})$$

$$m_Y = 1,5 \text{ g} \quad (1 \text{ bod})$$