

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole - 4. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Ravni svjetlovod oblika valjka polumjera 1cm načinjen od stakla indeksa loma 1,5 ima završetak oblika stošca visine  $\sqrt{3}$  cm. Svjetlost se širi kroz cijeli poprečni presjek svjetlovoda paralelno njegovoj osi. Što vidimo na zaslonu koji je postavljen okomito na os svjetlovoda na udaljenost 10cm od njegova vrha?

Dok si ovo računala/računao pretpostavljajući neovisnost indeksa loma stakla o valnoj duljini svjetlosti, sada obrazloži kako će izgledati slika na zaslonu ako je u svjetlovodu bijela svjetlost znajući da je indeks loma crvene svjetlosti nešto malo manji od 1,5 i ljubičaste nešto malo veći od 1,5 (razlika za ljubičastu i crvenu je oko 2%).

2. zadatak (10 bodova)

Energija brzih mezona u kozmičkim zrakama iznosi 3000MeV, dok im je energija mirovanja 100MeV. Koliki put u atmosferi mogu prijeći ovi brzi mezoni ako im je vrijeme života u vlastitom sustavu  $2 \cdot 10^{-6}$ s?

3. zadatak (10 bodova)

Pokaži da se ljubičasti dio difrakcijske slike trećeg reda preklapa s crvenim dijelom difrakcijske slike drugog reda kada okomito na difrakcijsku rešetku upada bijela svjetlost koja sadrži valne duljine od 400nm do 700nm! Da li se ovo preklapanje smanjuje ili povećava naginjanjem rešetke?

4. zadatak (10 bodova)

Fotografija visine 24mm projicira se na platno visine 1.8m pomoću tanke leće tako da slika popuni cijelu visinu platna. Udaljenost platna od fotografije je 3m. Fotografija, platno i leća postavljeni su vertikalno. Kolika je žarišna daljina leće? Koliko daleko od fotografije je postavljena leća?

5. zadatak (10 bodova)

Koliki je izlazni rad za cezij ako se fotoelektroni izbačeni iz njega ultraljubičastom svjetlošću valne duljine 245nm zaustavljaju električnim poljem duž kojeg je uspostavljena razlika potencijala 2,97V? Za koje valne duljine iz vidljivog dijela spektra (400nm-700nm) svjetlost također može izbacivati elektrone iz cezija i u kojem su rasponu brzine izletjelih elektrona pri obasjavanju cezija bijelom svjetlošću?

Konstante:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

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

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

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

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Srednje škole – 4. grupa – rješenja i bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Kut između zrake 2 i okomice na stranicu stošca je

$$\alpha = \arctan \sqrt{3} = 60^\circ. \quad \text{1 bod}$$

Zbog  $n \sin \alpha = 1,3$  zraka se ne lomi prema van, već se potpuno reflektira. **1 bod**

Nakon toga ona upada na suprotnu stranu stošca i to pod pravim kutom na stranicu stošca pa izlazi po istom pravcu bez loma. **1 bod**

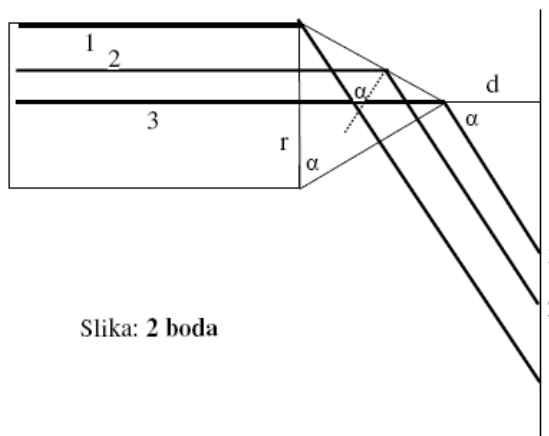
Tako svjetlost izlazi okomito sa svih strana iz dijela oplošja stošca između zraka 1 i 3 te na zaslonu nastaje kružni prsten. **1 bod**

Unutrašnji polumjer mu je

$$r_3 = d \tan \alpha = 17,3 \text{cm}, \text{ gdje je } d \text{ udaljenost zaslona od vrha svjetlovoda.} \quad \text{1 bod}$$

Budući da pomak zrake 1 od zrake 3 nakon izlaska  $r / \cos \alpha = 2r = 2 \text{cm}$ , gdje je  $r$  polumjer svjetlovoda, to je vanjski polumjer prstena  $r_1 = r_3 + 2r = 19,3 \text{cm}$ . **1 bod**

Budući da zraka pri izlasku iz stošca ne skreće, onda će sve komponente bijele svjetlosti izlaziti pod istim kutom i neće biti obojenih rubova svijetlog prstena. **2 boda**



Slika: 2 boda

2. zadatak (10 bodova)

Energija brzih mezona je  $E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ , gdje je  $E_0$  energija mirovanja

mezona, a  $v$  brzina brzih mezona. **3 boda**

Iz toga slijedi  $v = c \sqrt{1 - E_0^2/E^2} = 0,999444c$ . **2 boda**

Vrijeme života brzog mezona u laboratorijskom sustavu je  $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = t_0 \frac{E}{E_0}$ , gdje je  $t_0$

vrijeme njegova života u vlastitom sustavu. **2 boda**

Put koji brzi mezon prijeđe u laboratorijskom sustavu je

$$s = v \cdot t = c \sqrt{1 - E_0^2/E^2} \cdot t_0 \frac{E}{E_0} = ct_0 \sqrt{E^2/E_0^2 - 1} = 18 \text{km}. \quad \text{3 boda}$$

3. zadatak (10 bodova)

Pri difrakciji svjetlosti na optičkoj rešetki maksimum se javlja pod kutom danim jednadžbom  $d \sin \theta = k\lambda$ . **1 bod + 1 za sliku**

Za maksimum drugog reda crvene svjetlosti je  $\sin \theta_{c,2} = \frac{2\lambda_c}{d} = \frac{1,4 \mu\text{m}}{d}$ . **1 bod**

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 31.1.2007.

Za maksimum trećeg reda ljubičaste svjetlosti je  $\sin \theta_{j,3} = \frac{3\lambda_{lj}}{d} = \frac{1,2\mu m}{d}$ . **1 bod**

Difrakcijska slika drugog reda završava na kutu  $\theta_{c,2}$ , a trećeg počinje od kuta  $\theta_{j,3}$ , pa se zbog  $\sin \theta_{j,3} < \sin \theta_{c,2}$  ta dva reda difrakcije preklapaju. **3 boda**

Ako se rešetka naginje prema difraktiranom snopu za kut  $\alpha$ , izrazima za kutove maksimuma mora se još oduzeti  $\sin \alpha$ , tako da razlika između  $\theta_{c,2}$  i  $\theta_{j,3}$  postaje manja. Ako se rešetka naginje na suprotnu stranu za kut  $\alpha$ , izrazima za kutove maksimuma mora se još dodati  $\sin \alpha$ , tako da razlika između  $\theta_{c,2}$  i  $\theta_{j,3}$  postaje veća. **2 boda + 1 za sliku**

Ti zaključci slijede iz razmatranja toka sinusne funkcije u prvom kvadrantu.

**4. zadatak** (10 bodova)

Jednadžba tanke leće je  $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f}$ , gdje je  $x_1$  udaljenost fotografije od leće,  $x_2$  udaljenost

platna od leće i  $f$  žarišna daljina leće. **1 bod**

Iz uvjeta zadatka je  $x_1 + x_2 = d = 3\text{m}$ . **1 bod**

Također vrijedi  $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$ . **1 bod + 1 za sliku**

Uvrštavanjem prethodnog uvjeta i sređivanja dobije se  $x_1 = d \frac{y_1}{y_1 + y_2} = 3,95\text{cm}$ , odnosno

$x_2 = d \frac{y_2}{y_1 + y_2} = 2,96\text{m}$ . **3 boda**

Njihovim uvrštavanjem u jednadžbu leće dobije se  $f = \frac{dy_1 y_2}{(y_1 + y_2)^2} = 3,9\text{cm}$ . **3 boda**

**5. zadatak** (10 bodova)

Jednadžba fotoelektričnog učinka je  $\frac{hc}{\lambda} = W_i + K$ , gdje je  $W_i$  izlazni rad,  $K$  kinetička energija

izbačenog elektrona,  $\lambda$  valna duljina upadnog fotona. **2 boda**

Izletjeli elektroni kinetičke energije  $K$  zaustavljaju se prolaskom kroz razliku potencijala  $V$  pa je  $K = eV$ . **1 bod**

Za  $\lambda = 245\text{nm}$  proizlazi  $W_i = 2,1\text{eV}$ . **2 boda**

Najveća valna duljina fotona koji će još uvijek izbaciti elektron, doduše kinetičke energije

nula, dobije se iz  $\frac{hc}{\lambda_m} = W_i$ , odakle je  $\lambda_m = 591\text{nm}$ . **2 boda**

Dakle, vidljiva svjetlost može izbacivati elektrone čije će brzine biti od 0 za  $\lambda = \lambda_m = 591\text{nm}$  do

$v = \sqrt{2K/m_e} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left( \frac{hc}{\lambda} - W_i \right)} = 5,94 \cdot 10^5 \text{m/s}$  za  $\lambda = 400\text{nm}$ . **3 boda**