

27. veljače 1998.

IV. SKUPINA

1. Proton se ubrzava elektrostatskim poljem pri čemu dobiva maksimalnu brzinu $\frac{3}{5}c$. Kolikom je razlikom potencijala proton ubrzan? Kolika je relativna promjena mase protona, u postocima, zbog relativističkog efekta?
Masa mirovanja protona je $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$, naboj $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
(10 bodova)
2. Kut istokračne prizme je 80° . Na njenu lijevu stranu pada zraka svjetlosti pod kutom od 60° . Nacrtaj stvarni put zrake kroz prizmu, ako je lomnost prizme 1,73, a prizma je u zraku. Skica puta obavezna.
(10 bodova)
3. U stijenki posude, napunjenu tekućinom lomnosti n , načinjen je otvor malenog polumjera r . Duž osi otvora, iz posude, upućena je zraka svjetlosti (veoma uski snop svjetlosti). Do koje visine h , od osi otvora, mora biti napunjena posuda tekućinom, da bi zraka svjetlosti upravo izašla iz mlaza tekućine nijednom se ne reflektirajući totalno od granice tekućine-zrak. Skica obavezna.
(10 bodova)
4. Na optičku rešetku konstante $2 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ pada okomito svjetlost kroz svjetlosni filter koji propušta svjetlost valnih duljina $5 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$ i $6 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$. Hoće li se, i kada, spektri različitih redova prekrivati?
(10 bodova)
5. Razlika potencijala između elektroda vakuum-fotoćelije je 0,6 volta, a ubrzava izbijene fotoelektrone. Katoda fotoćelije, načinjena od volframa, osvijetljena je svjetlošću valne duljine $2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.
a) Kolikom maksimalnom brzinom stižu fotoelektroni do anode?
b) Koliki mora biti zaporni napon za te fotoelektrone?
Izlazni rad za volfram je 4,5 eV, naboj elektrona $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, masa elektrona $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
(10 bodova)

1. $v_m = \frac{3}{5} c$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $U = ? ; \Delta m(\%) = ?$

1B

$$\frac{m v_m^2}{2} = e U \quad 1B$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}}} \quad 1B$$

2B

$$U = \frac{9 \cdot c^2 m_0}{50 e \sqrt{1 - \frac{v_m^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow U = 2,11 \cdot 10^8 \text{ V}$$

2B

1B

$$\Delta m(\%) = \left(\frac{m - m_0}{m} \cdot 100 \right) \%$$

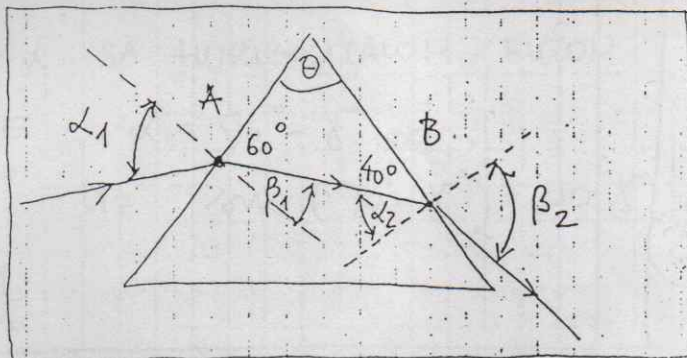
$$\Delta m(\%) = 20 \%$$

2B

2. $\theta = 80^\circ$
 $\alpha_1 = 60^\circ$
 $n = 1,73$
 put zrake = ?

1B

SKICA:



2B

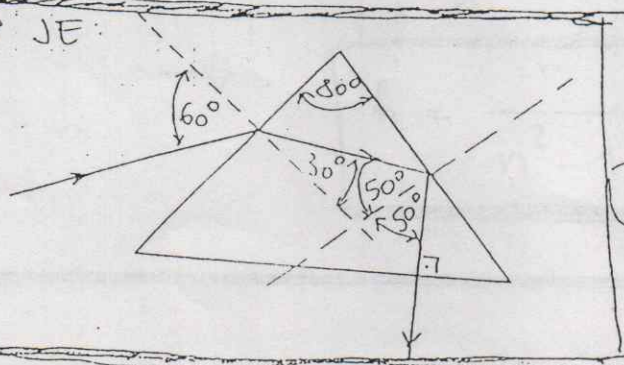
ZA TOČKU "A" $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n \Rightarrow \beta_1 = 30^\circ$ 1B

IZ SKICE SE VIDI DA JE $\alpha_2 = 50^\circ$ 1B

ZA TOČKU "B" $\frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin \beta_2 = 1,32526$

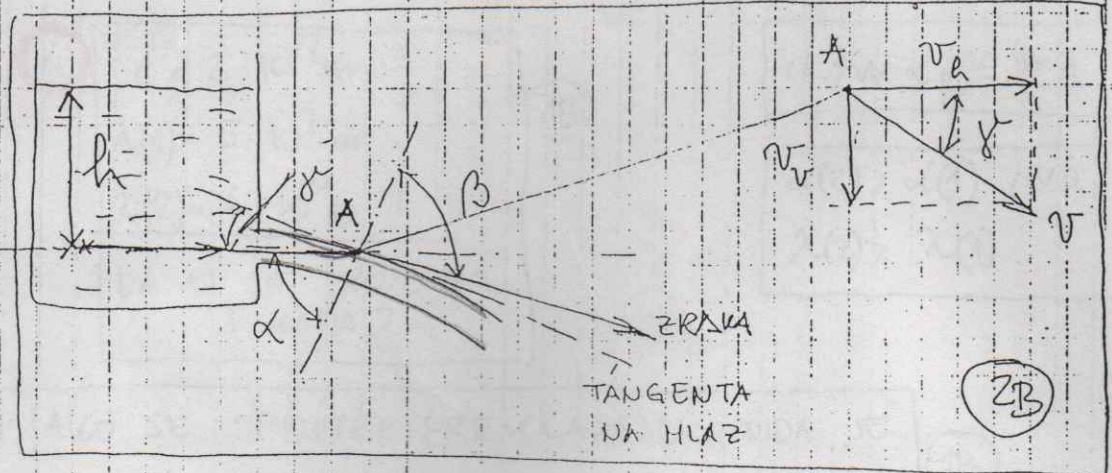
$\sin \beta_2$ NE MOŽE BITI $> 1 \Rightarrow$ ZRAKA SE, U TOČKI "B" TOTALNO REFLEKTIRA

STVARNI PUT JE:



3B

3



2B

U TOČMI A' UVJETI ZA TOTALNU REFLEKSIJU JE

$$\sin \alpha = \frac{1}{n}$$

1B

TANGENTA NA POUŠINU MLAŽA TEKUĆINE U TOČMI A' ČINI KUT $\gamma = 90^\circ - \alpha$ SA HORIZONTALOM - PUTOM ZRAKE SVJETLOSTI, TE JE $\alpha = 90^\circ - \gamma$ I

$$\sin(90^\circ - \gamma) = \frac{1}{n}$$

$$\text{UZ } \sin(90^\circ - \gamma) = \cos \gamma$$

$$\cos \gamma = \frac{1}{n}$$

2B

UKUPNA BRZINA ISTJEKANJA TEKUĆINE U TOČMI A' JE v. NJENA HORIZONTALNA KOMPONENTA JE $v_h = \sqrt{2gh}$, A VERTIKALNA $v_v = \sqrt{2gr}$, PA JE

$$\tan \gamma = \frac{v_v}{v_h} = \frac{\sqrt{2gr}}{\sqrt{2gh}} = \sqrt{\frac{r}{h}}$$

2B

$$\text{UZ } \cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r}{h}}} \quad \text{I}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r}{h}}}$$

$$h = \frac{r}{n^2 - 1}$$

3B

4. $d = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
 $\lambda(1) = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
 $\lambda(2) = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
 DA LI SE PREKLAPAJU I KADA?

$d \sin \alpha_k = k \lambda$ (1B)
 $\alpha(2) > \alpha(1)$ AKO JE
 $\lambda(2) > \lambda(1)$ (1B)

AKO SE SPEKTRI PREKLAPAJU ONDA JE
 $\sin \alpha(2)_k \geq \sin \alpha(1)_k$ (1B)

$\sin \alpha(2)_k = \frac{k \lambda(2)}{d}$; $\sin \alpha(1)_{k+1} = \frac{(k+1) \lambda(1)}{d}$ (2B)

AKO OBA IZRAZA IZJEDNACIMO DOBIVAMO
 $k = \frac{\lambda(1)}{\lambda(2) - \lambda(1)}$ $k = 5$ (2B)

AKO JE $k \geq 5$ SPEKTRI CE SE PREKLAPATI (2B)

5. $U = 0,6 \text{ V}$
 $\lambda = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ (1B)
 $W = 4,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 $v_m = ?$ $U_2 = ?$

a) $h\nu = W + \frac{1}{2} m_e v_m^2 - eU$ (1B)

$v_m = \sqrt{\frac{2}{m_e} (h\nu - W + eU)}$ (1B)

$\nu = \frac{c}{\lambda}$

$v_m = 7,27 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ (2B)

b) $h\nu = W + eU_2 - eU$ (1B)

(2B) $U_2 = \frac{hc}{e\lambda} - W + U$

$U_2 = 1,5 \text{ V}$ (2B)