ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2009/10 – 10. 3. 2010.

Srednje škole - 4. grupa
Rrješenja i bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Žarišna daljina leće dana je s $\frac{1}{f}=(n-1)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$, gdje je n indeks loma stakla, a R_1 i R_2 polumjeri zakrivljenosti granične plohe leće. Kod nas je $R_2 = -R_1$, pa je $f=\frac{R}{2(n-1)}$. **(2 boda)**

Za borosilikatnu leću je $f_{b,crv}$=9,80cm i $f_{b,ljub}$=9,43cm, dok je za flint leću $f_{f,crv}$=6,94cm i $f_{f,ljub}$=6,25cm . **(1 bod)**

Na tim mjestima će se fokusirati snop pripadne boje, a između crvene i ljubičaste krajnje točke bit će na optičkoj osi svijetla linija s kontinuiranom promjenom boje iz spektra bijele svjetlosti. **(1 bod)**

Iz $\frac{1}{f}=\frac{1}{x}+\frac{1}{x'}$ slijedi $x'=\frac{fx}{x-f}$, a iz $\frac{y'}{y}=-\frac{x'}{x}$ slijedi $y'=-\frac{fy}{x-f}$. **(2 boda)**

Za crvenu svjetlost je x'=53,45cm i y'=4,45mm, a za ljubičastu x'=44,03cm i y'=3.67mm.**(1 bod)**

Na pari koja djelomično raspršuje svjetlost bi se vidjelo između ova dva položaja razvučenu sliku koja kontinuirano mijenja boju i s kontinuiranom promjenom veličine. **(1 boda)**

Borosilikatna leća manje rastavlja/razvlači sliku po bojama, ali mora biti deblja zbog manjeg indeksa loma. Flint leća može biti tanja zbog većeg indeksa loma, ali jače rastavlja/razvlači sliku po bojama. **(2 boda)**

2. zadatak (10 bodova)

Ako je udaljenost odašiljača i prijemnika D, onda zraka koja se reflektira na polovici puta na sloju ionosfere prijeđe put $2\sqrt{H^2+(D/2)^2}$, gdje je H visina na kojoj je sloj. **(2 boda)**

Razlika puta s obzirom na direktnu zraku je $\Delta = 2\sqrt{H^2+(D/2)^2}-D$. **(2 boda)**

Kako H raste, povećava se Δ, i kad postane $\Delta=\lambda/2$, dogodi se prva destruktivna interferencija. **(2 boda)**

Slijedi $H=\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{\lambda}{2}\right)^2+\lambda D}$. **(2 boda)**

Za $\lambda=c/\nu$, gdje je $\nu=8\cdot10^5$Hz i D=40000m dobije se H=1940m kao najniža visina sloja ionosfere za koju se pojavi destruktivna interferencija. **(2 boda)**

3. zadatak (10 bodova)

Za difrakciju na kružnom otvoru pojavit će se minimum pod kutom za koji je $na\sin\theta=1{,}22\lambda$, gdje je n=1.336 indeks loma sredstva, a promjer zjenice, te λ=550nm. **(3 boda)**

Da bi na jednom fotoreceptoru bio maksimum, a na drugom (susjednom) minimum, treba biti $\mathrm{tg}\theta=d/l$, gdje je d=1μm udaljenost među fotoreceptorima i l=2cm udaljenost mrežnice od zjenice. **(3 boda)**

Za mali kut je $\sin\theta = \mathrm{tg}\theta$ pa slijedi $a = \dfrac{1{,}22\lambda l}{nd}$ =1cm. **(2 boda)**

Budući da je zjenica dosta manja, difraktirani snop je jače raširen nego što je razmak među fotoreceptorima, pa njihova gustoća nije ograničavajući faktor na rezoluciju slike, već je to difrakcija. **(2 boda)**

4. zadatak (10 bodova)

m je efektivna masa elektrona, q njegov naboj, a Q naboj defekta (oba iznose e).

Kutna količina gibanja mu je kvantizirana: $L_n = mv_n r_n = n\dfrac{h}{2\pi}$. **(1 bod)**

Stabilnost putanje određena mu je s: $\dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r_n^2} = m\dfrac{v_n^2}{r_n}$. **(1 bod)**

Te dvije jednadžbe daju $r_n = \dfrac{\varepsilon_0\varepsilon_r n^2 h^2}{\pi mqQ}$ i $v_n = \dfrac{qQ}{2\varepsilon_0\varepsilon_r nh}$. **(2 boda)**

Ukupna energija elektrona je $E_n = \dfrac{mv_n^2}{2} - \dfrac{qQ}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r_n} = -\dfrac{mq^2Q^2}{8h^2\varepsilon_0^2\varepsilon_r^2 n^2}$. **(2 boda)**

Valna duljina emitiranog fotona je $\lambda_{21} = \dfrac{hc}{E_2 - E_1}$ =15.73µm. **(1 bod)**

Razlika energija $E_2 - E_1 = \dfrac{3}{4}\dfrac{mq^2Q^2}{8h^2\varepsilon_0^2\varepsilon_r^2}$ **(1 bod)**

Slijedi efektivna masa elektrona $m = \dfrac{32h^3c\varepsilon_0^2\varepsilon_r^2}{3\lambda_{21}e^4}$ $=1{,}02\cdot10^{-30}$kg. **(2 boda)**

5. zadatak (10 bodova)

E je ukupna energija, K kinetička energija, p količina gibanja i m masa mirovanja čestice.

Iz $E^2 - p^2c^2 = m^2c^4$ i $E = K + mc^2$ slijedi $p = \sqrt{2Km + \dfrac{K^2}{c^2}}$. **(3 boda)**

Za nerelativistički slučaj je $p_n = \sqrt{2Km}$. **(1 bod)**

Buga je u pravu jer je relativistička vrijednost veća. **(2 boda)**

Eliminacijom m dobije se $K = c\sqrt{p^2 - p_n^2}$, a potom $m = \dfrac{p_n^2}{2K}$. **(2 boda)**

Slijedi $m=1{,}67\cdot10^{-27}$kg i $K=1{,}5\cdot10^{-10}$J. **(2 boda)**