

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE
- srednje škole: IV. grupa -

28.09.2020.

1. Pretpostavite da je elektron mala homogena kuglica naboja. Procijenite njegovu veličinu vođeni sljedećim uputama:

- Prije svega, iz elektrostatike je dobro poznato da je potrebno obaviti određeni rad W da se izgradi homogeno nabijena kuglica naboja q i polumjera r . Jednostavnosti radi, pretpostavite da je taj rad jednak električnoj potencijalnoj energiji dva *točkasta* naboja q koji se nalaze na udaljenosti r .
- Nakon što se dobili izraz za W , pretpostavite da je taj rad pohranjen kao energija mirovanja elektrona i , na temelju toga, odredite numeričku vrijednost za r . Dobi-vena vrijednost se naziva klasični polumjer elektrona.

[7 BODOVA]

2. Dokažite da se kružnica u gibanju relativističkom brzinom v deformira u elipsu i nađite vezu između ekscentriciteta elipse ϵ i brzine gibanja kružnice.

Podsjetnik: ekscentricitet elipse s velikom poluosi a i malom poluosi b je

$$\epsilon = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}.$$

[11 BODOVA]

3. Faradayev rotator je uređaj koji se koristi za zakretanje ravnine polarizacije elektromagnetskih valova putem tzv. magneto-optičkog efekta. Rotator možemo zamisliti kao cilindar duljine ℓ u kojem postoji homogeno magnetsko polje B . Ako pustimo EM val kroz Faradayev rotator, tako da se val širi uzduž osi simetrije cilindra, pri izlasku iz rotatora doći će do zakretanja smjera polarizacije EM vala prema formuli

$$\beta = \mathcal{V}B\ell,$$

gdje je β kut zakreta (u radijanima), a \mathcal{V} tzv. Verdetova konstanta koja ovisi o materijalu unutar rotatora.

Zamislite sad sljedeći eksperiment: Dva identična snopa svjetlosti putuju paralelno, tako da jedan prolazi kroz Faradayev rotator, a drugi pored njega. Nakon izlaska iz rotatora snopovi interferiraju. Odredite pri kojoj će najmanjoj vrijednosti magnetskog polja B_{\min} doći do destruktivne interferencije među snopovima.

Uzmite da je Faradayev rotator cilindar duljine $\ell = 10$ cm, te da je ispunjen materijalom Verdetove konstante $\mathcal{V} = 134$ rad/Tm.

[8 BODOVA]

4. Tanki bakreni disk polumjera $R = 20$ cm i zanemarive debljine izložen je sunčevom zračenju intenziteta $I = 1000$ W/m² koje upada okomito na disk. Pod pretpostavkom da je disk savršeno crno tijelo, odredite mu ravnotežnu temperaturu T_R nakon što je dovoljno dugo izložen suncu. Zanemarite sve druge izvore topline.

Nakon što sunce zađe, disk se počinje hladiti. Pretpostavite da sunčevo zračenje trenutno nestane i procijenite za koliko će se vremena disk ohladiti za jedan stupanj.

Masa diska je $m = 1$ kg, a specifični toplinski kapacitet bakra $c_{Cu} = 375$ J/kgK.

[14 BODOVA]

5. Maleni predmet se nalazi točno na polovici između konveksnog zrcala polumjera $R = 15$ cm i sabirne leće žarišne daljine $f = 10$ cm. Tjeme zrcala i leća nalaze se na udaljenosti $d = 10$ cm. Zbog prepreke koja je postavljena između predmeta i leće, slika predmeta se kroz leću vidi tek nakon što se zrake svjetlosti prvo reflektiraju od zrcala. Odredite položaj konačne slike, te utvrdite radi li se o realnoj ili virtualnoj slici.

[10 BODOVA]

Vrijednosti fizikalnih konstanti:

- brzina svjetlosti: $c = 3.00 \times 10^8$ m/s;
- elementarni naboj: $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C;
- masa elektrona: $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg;
- permitivnost vakuuma: $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m;
- Stefan-Boltzmannova konstanta: $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ Wm⁻²K⁻⁴.

VAŽNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule). Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili nalivpero. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.