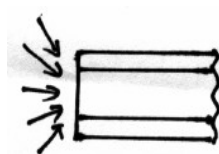


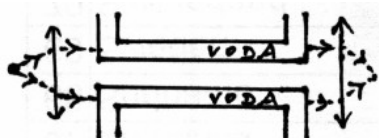
Županijsko natjecanje iz fizike 2013. - 4. grupa

1. zadatak (10 bodova)



Optičko vlakno valjkastog oblika načinjeno je od prozirnog materijala indeksa loma n . Oko njega je oklop indeksa loma 1,3. Promotrite širenje svjetlosti koja u vlakno ulazi iz zraka na okomito odrezanom ravnom kraju, i dalje se širi ne izlazeći u oklop. Koliki mora biti indeks loma unutrašnjeg materijala n da bi on vodio sve zrake bez obzira na njihov kut ulaska (od 0 do 90°)?

2. zadatak (10 bodova)



Dvije paralelne cijevi interferometra napunjene su vodom. Svjetlost valne duljine 589nm ulazi istovremeno u obje cijevi te nakon izlaska iz cijevi ove dvije zrake interferiraju. Kada voda u cijevima miruje, izlazna svjetlost je maksimalnog intenziteta. Kolikom brzinom treba protjecati voda u jednoj cijevi, dok u drugoj miruje, da bi dvije zrake na istom mjestu interferirale destruktivno? Indeks loma vode je 1,333. Duljina cijevi u kojoj se voda giba u smjeru širenja svjetlosti je 48cm. Za $x \ll 1$ iskoristite $(1+x)^{-1} \approx 1-x$.

3. zadatak (10 bodova)

a) Stanice fotoreceptora u mrežnici oka međusobno su udaljene $3\mu\text{m}$. Izračunaj promjer zjenice koja će dati prvi minimum difrakcije udaljenog točkastog predmeta crvene boje (valne duljine 630nm) na mjestu koje je $3\mu\text{m}$ udaljeno od središnjeg maksimuma. Udaljenost zjenice do mrežnice je 2cm. Zanimarite lom svjetlosti u oku!

b) Kolika je najveća udaljenost automobila od opažača dobrog vida da bi on mogao reći jesu li oba svjetla automobila uključena? Noć je, automobil dolazi ravno prema opažaču, i svjetla su mu međusobno udaljena 1,3m. Zjenica je promjera 5mm. Izračunaj tu udaljenost za valne duljine svjetlosti 630nm (crvena) i 550nm (žuta). U ovom podzadatku ne obazirite se na konačnu udaljenost među fotoreceptorima, već ih smatrajte kontinuiranim detektorom.

4. zadatak (10 bodova)



Mnogo cijevnih fluorescentnih svjetiljaka poredano je u niz jedna iza druge po pravcu tako da se dobije kontinuiran linijski izvor svjetlosti. Svaka je cijev duljine 1m i zrači 10W svjetlosne snage. Koliki je srednji intenzitet svjetlosti (energija po jedinici površine i vremena) na udaljenosti 1m od osi svjetiljaka?

Koristeći se izrazima za gustoću energije sadržanu u električnom i magnetskom polju napiši izraz za intenzitet zračenja u ovisnosti o amplitudi električnog i magnetskog polja! Srednja vrijednost od $\sin^2 x$ i $\cos^2 x$ po periodu iznosi $1/2$.

Kolike su amplitude električnog i magnetskog polja na udaljenosti 1m od osi svjetiljaka?

5. zadatak (10 bodova)

U kvantnoj žici elektronu je dopušteno slobodno gibanje samo u jednoj dimenziji i to samo duž puta ograničene duljine L (fizičari bi rekli da se čestica nalazi u jednodimenzionalnoj beskonačnoj potencijalnoj jami). Izvedite izraz za dopuštene vrijednosti energije elektrona uzimajući u obzir da se može ostvariti samo onakvo stanje za koje se cjelobrojni višekratnik polovine deBroglieove valne duljine poklapa sa L .

Takav jednostavan model uspješno opisuje energiju elektrona koji se nalazi u žici debljine nekoliko atoma i duljine nekoliko nanometara. Izračunajte najnižu energiju (osnovno stanje) koju može imati elektron, te energiju prvog pobuđenog i drugog pobuđenog stanja, ako je duljina žice 5nm. Koje su sve moguće valne duljine fotona koje bi emitirao elektron pri povratku iz drugog pobuđenog stanja u osnovno stanje?

Izvedi izraz za najnižu energiju elektrona u kvantnoj žici polazeći od Heisenbergova načela neodređenosti ($\Delta x \Delta p_x > h/2$). Potom račun proširi i na trodimenzionalni slučaj, to jest izračunaj najnižu energiju elektrona koji se slobodno giba u metalnom kvadru dimenzija $L_x \times L_y \times L_z = 2\text{nm} \times 3\text{nm} \times 5\text{nm}$ (pravokutna kvantna točka). Na posljeticu, usporedbom s rješenjem s početka zadatka napišite izraz za sve dopuštene energije elektrona u takvom trodimenzionalnom sustavu!

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

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

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

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

$$\epsilon_0=8,854 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$$

$$\mu_0=12,56 \cdot 10^{-7} \text{Tm/A}$$