

Srednje škole - 4. grupa

1. zadatak (10 bodova)

Promotrite, neovisno jednu od druge, dvije tanke leće načinjene od različitog stakla: jedna od borosilikatnog, a druga od gustog flint stakla. Obje granične plohe kod obiju sabirnih leća imaju polumjer zakrivljenosti 10cm. Indeks loma borosilikatnog stakla mijenja se od 1,51 za crvenu svjetlost do 1,53 za ljubičastu, a gustog flint stakla od 1,72 za crvenu do 1,80 za ljubičastu svjetlost.

Gdje će svaka od leća fokusirati uski paralelan snop bijele svjetlosti koja upada po optičkoj osi leće? Opišite nastalu sliku!

Za borosilikatnu leću izračunajte položaj i veličinu slike predmeta čija je veličina 1mm i koji je smješten na optičkoj osi na udaljenosti 12cm od središta leće! Što bi se vidjelo kad bi u prostor gdje se pojavljuje slika ispustili paru?

Navedite prednost i nedostatak svake leće pri uporabi za korekciju vida!

2. zadatak (10 bodova)

Odašiljač radio postaje emitira elektromagnetske valove frekvencije 800kHz (tzv. dugi valovi). Radio prijemnik je udaljen 40km od odašiljača. Valovi od odašiljača do radio prijemnika stižu duž dvije putanje: jedna je ravno od odašiljača do prijemnika, a druga je nakon refleksije na sloju ionosfere. Pri toj refleksiji nema pomaka u fazi. Na kojoj je najmanjoj mogućoj visini taj sloj ionosfere, za koju se pojavi destruktivna interferencija?

3. zadatak (10 bodova)

Fotoreceptorske stanice na mrežnici oka udaljene su međusobno $1\mu\text{m}$. Koliki je promjer zjenice (otvor kroz koji ulazi svjetlost u oko) koja bi davala difrakcijsku sliku udaljenog predmeta takvu da prvi minimum bude na mjestu fotoreceptorske stanice koja je susjedna od one gdje se pojavio maksimum? Mrežnica je od zjenice udaljena 2cm, a unutar oka je fluid indeksa loma 1.336. Za valnu duljinu uzmite 550nm. Usporedbom s vlastitim okom, zaključite da li gustoća receptora ograničava rezoluciju/jasnoću slike koju gledamo?

4. zadatak (10 bodova)

Elektron u poluvodiču može se gibati kao slobodan, s tim da mu je zbog međudjelovanja s kristalnom rešetkom efektivna masa promijenjena. Određen defekt u siliciju ima manjak jednog elementarnog naboja te djeluje privlačno na gibajući elektron. Elektron se stoga giba slično kao u vodikovu atomu, s tim da je u tom poluvodiču relativna permitivnost 12. Izvedite izraz za dopuštene energije elektrona koji se giba oko nabijenog defekta u siliciju! Kolika je efektivna masa elektrona ako je izmjerena valna duljina fotona emitiranog pri prijelazu elektrona iz prvog pobuđenog stanja u osnovno stanje $15.73\mu\text{m}$?

5. zadatak (10 bodova)

Buga i Tuga promatraju istu česticu koja se giba određenom brzinom. Buga tvrdi da je količina gibanja čestice $8,68 \cdot 10^{-19} \text{kgm/s}$, a Tuga tvrdi da je količina gibanja čestice $7,09 \cdot 10^{-19} \text{kgm/s}$. Tko je u pravu: Buga ili Tuga? (Jedna je računala relativistički, a druga nerelativistički.) Kolike su masa i kinetička energija promatrane čestice?

$$h=6,626 \cdot 10^{-34} \text{Js}, \quad c=3 \cdot 10^8 \text{m/s}, \quad \epsilon_0=8,854 \cdot 10^{-12} \text{F/m}, \quad e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$