

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2023/2024

Srednje škole 4. grupa

VAŽNO: Tijekom ispita ne smiješ imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...).

Za pisanje se koristi kemijskom olovkom ili naličkom. Ne smiješ imati mobitel ni druge elektroničke uređaje. Dopušteno je korištenje kalkulatora.

1. zadatak (10 bodova)

Monokromatsko zračenje upada na plankonveksnu ploču koja se nalazi na planparalelnoj ploči, kao na slici 1. Donji je rub plankonveksne ploče paraboloidan. Za indekse loma vrijedi $n_1 > n_2 > n_{\text{zrak}} \approx 1$. Opažatelj uočava interferencijsku sliku (središnji krug + koncentrični prstenovi). Uranjanjem u tekućinu nepoznatoga indeksa loma radijus prvoga svijetlog prstena poveća se za 0.125 mm, a desetoga svijetlog prstena smanji za 0.283 mm. Odredi valnu duljinu zračenja i indeks loma tekućine. Središnji krug uzima se kao nulti tamni/svijetli prsten.

2. zadatak (10 bodova)

Tanki snop bijele svjetlosti upada na prizmu kao što je prikazano na slici 2. Na udaljenosti 2.5 m od prizme nalazi se zastor na kojemu uočavamo spektar vidljive svjetlosti. Za materijal od kojega je prizma napravljena indeksi loma za rubne dijelove vidljivoga spektra su $n_1 = 1.615$ (crvena svjetlost) i $n_2 = 1.643$ (ljubičasta svjetlost).

- Odredi širinu spektra na zastoru. Dimenzije prizme zanemarive su u odnosu na udaljenosti prizme od zastora.
- Za koje bi upadne kutove bijele svjetlosti zastor bio potpuno taman. Razmotri samo zrake koje dolaze zdesna.

3. zadatak (10 bodova)

Promatrač sa Zemlje uočava dva svemirska broda koji se kreću po istome pravcu i primjećuje da je jedan od njih dvostruko kraći od drugoga (iako bi imali jednake duljine u mirovanju). Promatrač iz jednoga broda, nazovimo ga brod 1, uočava da promatrač na Zemlji i brod 2 imaju jednak iznos brzine u odnosu na njega.

- Objasni gibanje li se brodovi u istome ili suprotnim smjerovima za promatrača na Zemlji.
- Koji se brod, 1 ili 2, čini kraći promatraču na Zemlji? Objasni!
- Odredi brzine brodova za promatrača na Zemlji. *Uputa:* Ako se dobije kubna jednadžba jedno je rješenje $v = c$, što znači da se kubna jednadžba može faktorizirati kao $(v - c)P_2(v) = 0$, pri čemu je $P_2(v)$ polinom drugoga stupnja.

4. zadatak (10 bodova)

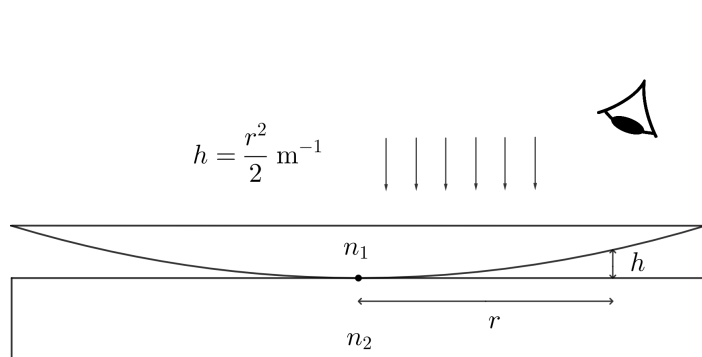
Zvijezda čije zračenje možemo aproksimirati zračenjem crnoga tijela zrači jednakom snagom oko valnih duljina λ_1 i $\lambda_2 = 2\lambda_1$. Valna je duljina na kojoj maksimalno zrači 160 nm veća od λ_1 .

- Odredi valnu duljinu na kojoj zvijezda maksimalno zrači i temperaturu njezine površine.
- Koliko zvijezda gubi mase po jedinici vremena ako je njezin radijus 2.38×10^9 m?

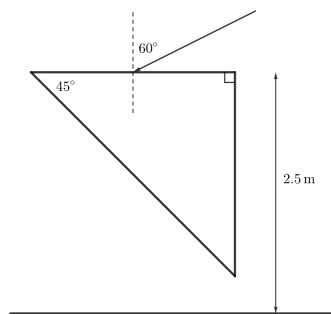
5. zadatak (10 bodova)

Uređaj za mjerenje brzine vozila emitira radiovalove frekvencije $f = 20$ GHz. Radiovalovi se reflektiraju od vozila koje se kreće brzinom v prema radaru i uređaj detektira reflektirano zračenje koje se pretvara u naponski signal.

- Odredi frekvencijski pomak Δf između emitiranoga i detektiranoga zračenja.
- Detektiranom signalu dodaje se signal iste amplitude, ali frekvencije emitiranoga zračenja te se zatim ukupni signal (tj. njegova apsolutna vrijednost) usrednjuje tako da za vrijeme usrednjavanja τ vrijedi $(\Delta f)^{-1} \gg \tau \gg f^{-1}$. Odredi brzinu vozila v ako uređaj izbroji 5000 maksimuma po sekundi u usrednjenome signalu.



Slika 1: Plankonveksna ploča na planparalelnoj ploči.



Slika 2: Upad bijele svjetlosti na prizmu.

Vrijednosti potrebnih fizikalnih konstanta:

brzina svjetlosti $c = 2.99792 \times 10^8$ m s⁻¹

Wienova konstanta $b = 2.89777 \times 10^{-3}$ m K

Planckova konstanta $h = 6.62607 \times 10^{-34}$ J s

Boltzmannova konstanta $k_B = 1.38065 \times 10^{-23}$ J K⁻¹

Stefan-Boltzmannova konstanta $\sigma = 5.67037 \times 10^{-8}$ W m⁻² K⁻⁴