ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012 – 29. veljače 2012.
Srednje škole – 4. skupina

1. zadatak (10 bodova)

Simetrična konveksna leća žarišne daljine f prerezana je na dva jednaka dijela (zanemarivom debljinom reza) okomito na optičku os. Dobivena ravna ploha ispolirana je i posrebrena tako da nastane zrcalo. Kamo treba staviti predmet ispred konveksne strane dobivenoga optičkog elementa da bi se slika preklopila točno preko predmeta?

2. zadatak (10 bodova)

Deset radio antena smješteno je na pravcu tako da su susjedne antene međusobno udaljene 500m. Sve antene spojene su na zajednički prijemnik na način da signali koji istovremeno stignu na antene dolaze istovremeno i u prijemnik. Takav sustav čini radio-teleskop kojim se detektiraju radio-zvijezde. Promatraj zvijezde koje su u ravnini u kojoj su i antene, i to blizu simetrale sustava antena, to jest blizu okomice koja raspolavlja liniju antena. a) Koliki je najmanji kutni razmak među položajima zvijezda za koje će se javljati najintenzivniji maksimumi u prijemniku? b) Kolika može biti najmanja kutna udaljenost među dvjema bliskim zvijezdama da bi ih sustav razlučio kao dvije različite? Za valnu duljinu emitiranja zvijezda uzmi 21cm.

3. zadatak (10 bodova)

Određeni leptiri nemaju pigment koji bi im davao boju, no ipak su obojenih krila. Podrijetlo obojenosti može se razumjeti promatrajući kutnu ovisnost boje. Pretpostavite da se na ravnoj površini krila čije tkivo je indeksa loma većeg od 1,4 nalazi tanki ravni homogeni sloj indeksa loma 1,3 (neovisan o valnoj duljini). a) Pod kojim kutom treba gledati krilo s obzirom na njegovu okomicu da bi ono bilo zelene boje (540 nm) ako pri gledanju pod kutom 27º ono izgleda crveno (680 nm), pri čemu se boja mijenja kontinuirano s naginjanjem kuta? b) Što možeš reći o debljini reflektirajućeg sloja? c) U stvarnosti, krilo najčešće nije jednobojno, nego sa šarama. Kako to objašnjavaš?

4. zadatak (10 bodova)

Profesorica sa Zemlje održava ispit na daljinu za studente koji putuju u svemirskom brodu brzinom v s obzirom na Zemlju. Studentima želi omogućiti pisanje ispita u trajanju T u njihovu sustavu. U trenutku kada brod prolazi pored profesorice, ona signalizira početak ispita. Koliko profesorica treba čekati nakon toga u sustavu Zemlje prije nego što pošalje svjetlosni signal prema brodu koji će studentima kada ga dobiju reći da prestanu pisati? Izvrijedni dobiveni izraz uz T=1h uzimajući zasebno v=0.1c, v=0.5c i v=0.9c.

5. zadatak (10 bodova)

Promotri kuglasti objekt polumjera a i homogene gustoće ρ koji lebdi u sunčevu sustavu pod djelovanjem Sunca (zanemari djelovanje planeta i drugih nebeskih tijela na objekt). Objekt potpuno apsorbira Sunčevo zračenje. a) Izvedi izraz za a uzimajući da je ukupna snaga koju emitira Sunce P. b) Izračunaj a za čestice leda (ρ = 1000kg/m3) i znajući da intenzitet Sunčeva zračenja blizu površine Zemlje koja je od njega udaljena $150\cdot10^6$km iznosi oko 1,35kW/m^2. Masa sunca je $M_S=2\cdot10^{30}$kg. c) Što se događa s krupnijim, a što sa sitnijim česticama. Ova je pojava povezana s repaticama.

G=6,67·10-11m3/kgs2, h=6,626·10-34Js, c=3·108m/s, ε0=8,854·10-12F/m, e=1,6·10-19C

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2011/2012 – 29. veljače 2012.
Srednje škole – 4. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (10 bodova)

Prerezana leća žarišne daljine f kombinacija je dvije jednake polovice žarišnih daljina f_1 za koje vrijedi $\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_1}=\frac{1}{f}$, iz čega slijedi $f_1=2f$. To se može dobiti i iz izraza za žarišnu daljinu sfernih dioptara, gdje se umjesto dva polumjera zakrivljenosti javlja jedan, dok drugi postaje beskonačan. **(2 b)**

Zatim jednadžba za polovicu leće glasi $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f_1}$, gdje je a udaljenost predmeta od leće. **(1 b)**

Potom ravno zrcalo smješteno pri samom izlasku iz leće od predmeta koji je na udaljenosti b od zrcala daje sliku na udaljenosti b koja je sada virtualna slika, to jest daje predmet za ponovni lom na leći koji se nalazi na $-b$. **(2 b)**

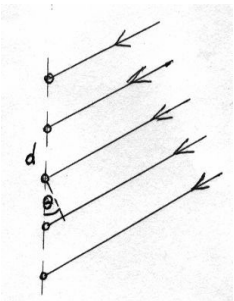
Za ponovni lom stoga možemo pisati $-\frac{1}{b}+\frac{1}{a}=\frac{1}{f_1}$ jer se konačna slika treba naći u a gdje je bio i početni predmet. **(2 b)**

Zbrajanjem jednadžbi dobije se $a = f_1$, tj $a = 2f$, kao mjesto gdje treba staviti predmet da bi se slika poklopila s njime. **(2 b)**

Ispravna skica s oznakama i zrakama donosi **(1 b)**

[Može se prihvatiti i druga rješenja kao što je sljedeće. U jednadžbi leće $\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{f}$ zbog nametnute zrcalne simetrije poklapanje slike i predmeta će se dogoditi uz uvjet $a = b$ (samo što će b biti s iste strane kao i a), što daje koordinatu kamo treba staviti predmet $a = 2f$.]

2. zadatak (10 bodova)



a) Interferencijski maksimum pojavljuje se za $d \sin\theta = k\,\lambda$. **(1 b)**

Zbog $d >> \lambda$ je $\sin\theta \approx \theta$ pa su susjedni maksimumi (za $\Delta k = 1$) udaljeni $\Delta\theta = \lambda/d =$ 0,00042rad = 0.024° = 1,44'. **(2 b)**

b) Kriterij razlučivosti dvaju izvora je da se maksimum jednog nađe gdje i minimum drugog. **(1 b)**

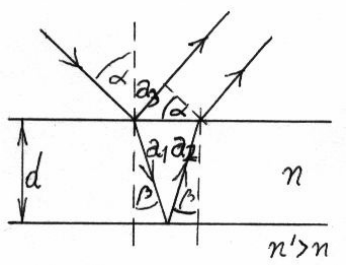
Uvjet za najintenzivnije maksimume je $d\,\theta_M = k\,\lambda$. **(1 b)**

Minimumi pored njih javljaju se ako se zraka s prve i zadnje antene dodatno razlikuju za λ. **(1 b)**

Susjedne zrake se pritom dodatno razlikuju za približno $\lambda/10$, tj. $d\,\theta_m = k\,\lambda+\lambda/10$. **(2 b)**

Slijedi $\theta_m - \theta_M = \frac{\lambda}{d\cdot 10}$=0,144'=8,6". **(2 b)**

3. zadatak (10 bodova)



a) Svjetlost koja upada iz zraka na tanki sloj lomi se tako da je $\sin\alpha = n \sin\beta$. **(1 b)**

Optička razlika puteva δ ostvarena je na dijelovima a_1, a_2 i a_3 (slika) te obje zrake imaju skok od $\lambda/2$. **(1 b)**

Iz jednostavne geometrije slijedi $\delta = 2nd/\cos\beta - 2d\,\mathrm{tg}\beta\sin\alpha = 2nd\cos\beta$.**(1 b)**

Uvjet za maksimum interferencije daje $2d\sqrt{n^2-\sin^2\alpha}=k\lambda$

(1 b)

Kontinuirana promjena obojenosti pri promjeni kuta javlja se kad k ostaje stalan pa promatrajući maksimume različitih valnih duljina pod različitim kutom slijedi $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha_1}}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha_2}}$. **(1 b)**

Budući da se pod kutom α_1=27º javlja crveni maksimum za λ_1=680nm, onda će se za λ_2=540nm zeleni maksimum pojaviti pod kutom α_2=60,3º. **(2 b)**

b) Debljina sloja je $d = \frac{k\lambda}{2\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}}$=$k$·279nm, pa je njegova najmanja debljina 279nm. **(2 b)**

c) Prošaranost se može objasniti nehomogenom debljinom sloja što dovodi do toga da se pod istim kutom gledanja javljaju maksimumi reflektirane svjetlosti za različite valne duljine s različitih područja krila. **(1 b)**

4. zadatak (10 bodova)

U sustavu profesorice vremenski interval pisanja ispita iznosi $T_p = \frac{T}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$, gdje je T = 1h trajanje pisanja na brodu. **(2 b)**

Za to vrijeme brod se udalji vT_p od profesorice. **(2 b)**

Profesorica pošalje svjetlosni signal T_0 nakon prolaska broda, pa svjetlost prevali put $(T_p\text{-}T_0)c$ do dostizanja broda. **(2 b)**

Stoga iz cT_p-cT_0=vT_p i odnosa T i T_p slijedi $T_0 = T\frac{\sqrt{c-v}}{\sqrt{c+v}}$. **(3 b)**

Za zadane brzine redom se dobije: 0,904h ; 0,577h ; 0,229h. **(1 b)**

5. zadatak (10 bodova)

a) Sila na sferni objekt zbog upadanja fotona je $F = \frac{I}{c}a^2\pi$, gdje je I intenzitet svjetlosti (to se može dobiti i iz količine gibanja koju predaju upadni fotoni po jedinici vremena). **(2 b)**

Intenzitet na udaljenosti r od Sunca iznosi $I = \frac{P}{4\pi r^2}$, gdje je P snaga zračenja Sunca. **(1 b)**

Ravnoteža gravitacijske i svjetlosne sile $\frac{GM_S m}{r^2} = \frac{Pa^2\pi}{4\pi c r^2}$ uz $m = \rho V = \frac{4\pi}{3}a^3\rho$ daje $a = \frac{3P}{16\pi c G M_S \rho}$ **(3 b)**

b) Ukupna snaga koja sa Sunca prođe kroz sfernu plohu na udaljenosti d od Sunca iznosi $P = I_d \cdot 4\pi d^2$, što daje $P = 3{,}82\cdot 10^{26}$W za snagu zračenja Sunca. **(2 b)**

Iz rješenja pod a) slijedi polumjer objekta a = 0,57μm. **(1 b)**

c) Krupnije čestice iste gustoće privučene su prema Suncu, a sitnije odbijene od njega. **(1 b)**