

## 4. DEMONSTRATURE (14.1.2015)

### GEOMETRIJSKA OPTIKA

#### 1. ZAD: 2011/2012 LJIR

4. Slika dobivena konkavnim zrcalom četiri je puta manja od predmeta. Ako se predmet pomakne za 5 cm prema zrcalu, slika će biti dvaput manja od predmeta. Kolika je žarišna daljina zrcala? (6 bodova)

#### 2. ZAD: 2012/13 ZI

1. Dvije tanke leće imaju zajedničku optičku os i međusobno su razmaknute 15 cm. Obje leće imaju jednake žarišne daljine 25 cm, samo što je prva leća konvergentna, a druga divergentna. Na kojoj se udaljenosti od druge leće formira slika neizmjenjemo daleko predmeta na optičkoj osi? (5 bodova)

#### 3. ZAD: 2012/2013 JIR

4. Predmet visok 1 cm udaljen je 6 cm od konvergentne leće čija je jakost  $25 \text{ m}^{-1}$ . Iza leće na udaljenosti 20 cm nalazi se konkavno zrcalo polumjera 8 cm. Gdje se nalazi slika predmeta u odnosu na leću i koliko je njeno ukupno povećanje? (8 bodova)

#### 4. ZAD: 1011\_123mip

3. Tanka konvergentna leća žarišne duljine  $f = 50 \text{ cm}$  stvara sliku predmeta na zastoru udaljenom  $b = 3 \text{ m}$  od leće. Nakon toga je predmet pomaknut bliže leći za 5 cm. Za koliko treba pomaknuti zastor da bi slika bila opet oštra? (3 boda)

#### 5. ZAD: 2009/2010 2mib

2. Predmet se giba brzinom  $v$  prema sfernom konkavnom zrcalu radijusa  $R$ . Odredite brzinu slike predmeta u odnosu na zrcalo kada je predmet udaljen  $2R$  od zrcala. (4 boda)

#### 6. ZAD: 2009/2010 2mib

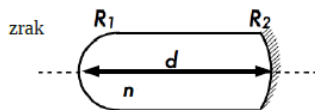
3. Predmet se nalazi 1 m od zastora. Pomoću tanke konvergentne leće sliku predmeta na zastoru možemo dobiti pri dva različita položaja leće međusobno udaljena 25 cm. Odredite žarišnu daljinu leće. **(3 boda)**

**7. ZAD: 2008/2009 2mib**

3. Konveksno sferno zrcalo nalazi se 1 m ispred konkavnog sfernog zrcala polumjera zakrivljenosti 80 cm tako da im se optičke osi poklapaju i okrenuta su jedno prema drugom. Točkasti izvor svjetlosti  $S$  nalazi se na optičkoj osi između zrcala, na udaljenosti 65 cm od konkavnog sfernog zrcala. Koliki je polumjer zakrivljenosti konveksnog sfernog zrcala ako se svjetlosni snop, pošto se reflektira od konkavnog i konveksnog zrcala vraća u polaznu točku  $S$ ? **(3 boda)**

**8. ZAD: 2012/2013 ZIR**

5. Optički sustav sastoji se od bikonveksne leće s polumjerima zakrivljenosti  $R_1 = 1.5$  cm,  $R_2 = 6$  cm i debljine  $d = 3$  cm, te konkavnog zrcala na desnoj plohi leće, s istim polumjerom zakrivljenosti  $R_2 = 6$  cm (vidi sliku). Bikonveksna leća je napravljena od materijala indeksa loma  $n = 1.5$ . Predmet se nalazi ispred tjemena konveksne plohe bikonveksne leće na beskonačnoj udaljenosti. Odredite položaj konačne slike predmeta. Indeks loma zraka je 1. **(8 bodova)**



**9. ZAD: 2011/2012 ZI**

- Z1** (6 bodova): Sunčeva svjetlost pada na staklenu kuglicu indeksa loma  $n = 1.6$  i promjera  $2r = 1$  mm. Odredi udaljenost između tjemena kuglice kroz koje svjetlost iz nje izlazi i točke u kojoj se svjetlost fokusira. Kuglicu smatrajte debelom lećom, a upadnu sunčevu svjetlost paralelnim snopom.

## 10. ZAD: 2012/13 ZI

2. Na krilima Morpho leptira nalaze se slojevi materijala indeksa loma 1.56 između kojih je zrak (vidi skicu). Debljina sloja materijala i udaljenost dva sloja je približno jednaka i iznosi 90 nm. Za bijelu svjetlost koja upada okomito na slojeve, pronađite barem jednu valnu duljinu u vidljivom dijelu spektra koja će imati konstruktivnu interferenciju u prvom redu prilikom refleksije. Vidljivi dio spektra odgovara valnim duljinama 380-680 nm.

Napomena: razmotrite sve parove ploha na kojima se svjetlost može reflektirati. (7 bodova)

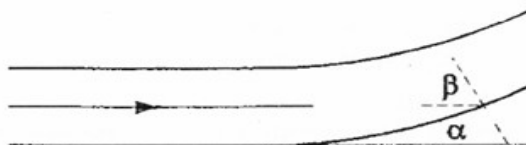


## 11. ZAD: 2012/13 LJIR

5. Leća je napravljena od stakla indeksa loma 1,55. Površina leće presvučena je antirefleksivnim slojem indeksa loma 1,3. Odredite debljinu sloja ako se u reflektiranoj svjetlosti koja pada okomito na površinu sloj poništava svjetlost valne duljine 500 nm. (6 bodova)

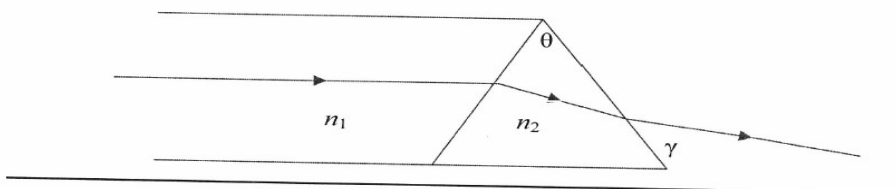
## 12. ZAD: 2009/2010 2mi

2. Optički kabel sastoji se od dviju vrsta prozirnih materijala. Unutrašnjost valjka je od materijala indeksa loma 1,5, a plašt od materijala indeksa loma 1,3. Pod kojim se najvećim kutom  $\alpha$  može saviti kabel da zraka koja je paralelna osi kabela (vidi sliku) ostane u unutrašnjem dijelu kabela indeksa loma 1,5? (3 boda)



## 13. ZAD: 2008/2009 2mip

3. Staklenom prizmom čiji je kut  $\theta = 45^\circ$  zatvorena je cijev u kojoj se nalazi glicerina indeksa loma  $n_1 = 1,40$ . Dolazeći iz glicerina na prizmu pada paralelni snop monokromatske svjetlosti koja se lomi na njenim bočnim površinama. Indeks stakla je  $n_2 = 1,80$ . Odredite kut  $\gamma$  između pravca izlaznog snopa i površine prizme. (3 boda)



## 14. ZAD: 2011/2012 ZI

**Z2** (6 bodova): Dva polarizatora postavljena su tako da su im osi polarizacije međusobno okomite. Između njih se umetne još jedan polarizator čija os polarizacije zatvara kut  $\theta$  sa osi prvog polarizatora. Na prvi polarizator upada linearno polarizirana svjetlost tako da njena ravnina polarizacije zatvara kut  $\theta$  sa osi tog polarizatora.

- Nadite izraz za intenzitet svjetlosti nakon prolaska kroz sustav polarizatora.
- Odredite kut  $\theta$  za koji je taj intenzitet najveći.
- Odredite koliki dio upadnog intenziteta u tom slučaju prolazi kroz sustav.

**15. ZAD: 2011/2012 ZIR**

5. Dva polarizatora postavljena su tako da su im ravnine polarizacije pod pravim kutom. Između dva polarizatora postavi se treći čija je ravnina polarizacije pod kutom od  $10^\circ$  u odnosu na prvi polarizator.

**16. ZAD: 2010/2011 ZI**

- Plankonveksna leća leži na planparalelnoj ploči i osvijetljena je odozgo natrijevom monokromatskom svjetlošću. Sustav se nalazi u prostoriji ispunjenoj zrakom indeksa loma 1. Prostor između dva stakla je nakon toga ispunjen ugljik tetrakloridom indeksa loma 1,461. Koliki je omjer polumjera  $m$ -tog tamnog prstena prije i poslije ulijevanja tekućine? Indeks loma stakla je veći od indeksa loma ugljik tetraklorida. (3 boda)

**17. ZAD: 2010/2011 pzi**

- Plankonveksna leća leži na planparalelnoj ploči čineći uređaj za dobivanje Newtonovih kolobara. Peti svijetli kolobar u reflektiranoj svjetlosti dobiven kad je uređaj u zraku podudara se sa šestim svijetlim kolobarom dobivenim kada se sustav uroni u nepoznatu tekućinu. Ako su stakla optički gušća od tekućine, odredite indeks loma te tekućine. (3 boda)

**18. ZAD: 2008/2009 zi**

- Svjetlost koja se sastoji od dva monokromatska zračenja valnih duljina  $\lambda_1 = 750 \text{ nm}$  i  $\lambda_2 = 510 \text{ nm}$  pada okomito na optičku rešetku. Prekrivanje  $m$ -tog reda spektra valne duljine  $\lambda_1$  i  $(m+1)$  valne duljine  $\lambda_2$  događa se pod ogibnim kutem od  $45^\circ$ . Nadite konstantu optičke rešetke. (3 boda)

**19. ZAD:** 2010/2011 2MI

3. Stranica knjige je dobro osvijetljena za čitanje (uz rasvjetu  $E_0$ ) kada se nalazi na udaljenosti 90 cm od točkastog izvora svjetlosti, tako da je površina stranice okomita na smjer zraka svjetlosti. Ako se ovaj izvor svjetlosti objesi na visinu 60 cm iznad središta stola, knjigu trebamo staviti na udaljenost  $r_1$  od središta stola da bi bila dobro osvijetljena za čitanje (uz rasvjetu  $E_0$ ). Ako knjigu želimo pomaknuti za 5 cm prema središtu stola, za koliko trebamo pomaknuti izvor svjetlosti u vertikalnom smjeru da bi osvijetljenje bilo  $E_0$ ? ( u računu koristite izraz:  $(1+x)^m \approx 1+mx$ ,  $|x| \leq 1$  ). **(3 boda)**

**20. ZAD:** 2008/2009 2 mi

3. Točkasti izvor svjetlosti visi iznad središta okruglog stola polumjera 2 m. Na kojoj visini mora biti izvor da bi osvijetljenje rubova stola bilo maksimalno. **(4 boda)**

**ELEKTROMAGNETIZAM**

**21. ZAD:** 2012/2013 ZIR

2. Ravni elektromagnetski val koji se širi u vakuumu u pozitivnom smjeru z-osi ima električno polje koje titra u smjeru x-osi. Ako je amplituda magnetskog polja 350 nT te frekvencija vala 10 GHz, odredite Poyntingov vektor elektromagnetskog vala i vektorski zapis električnog i magnetskog polja.  
**(6 bodova)**



**22. ZAD:** 2010/2011 2MI

2. Električno polje ravnog elektromagnetskog vala u vakuumu opisano je izrazom:

$$\vec{E} = 10^{-4} \text{Vm}^{-1} \sin[(z+y) \cdot 10^7 \text{m}^{-1} - \omega t] \vec{i}$$

Nađite izraz za magnetsku indukciju i izračunajte srednju gustoću energije zračenja preko srednje vrijednosti Poyntingovog vektora. ). **(3 boda)**

**23. ZAD:** 2007/2008 zi

1. Napišite jednadžbe za polja **E** i **B** elektromagnetskog vala u vakuumu koji ima prosječnu vrijednost Poyntingovog vektora  $0.5 \text{ W/m}^2$  i valnu duljinu  $600 \text{ nm}$ . Val se širi u smjeru jediničnog vektora  $(-\vec{i} + \vec{j}) / \sqrt{2}$ , a polje **B** je u  $x$ - $y$  ravnini. **(5 bodova)**

Rješenje: 
$$\begin{aligned} \vec{E} &= 19.4 \text{ V/m} \sin(3.14 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 7.40 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}(-x+y)) \vec{k} \\ \vec{B} &= 45.8 \text{ nT} \sin(3.14 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} t - 7.40 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}(-x+y)) (\vec{i} + \vec{j}) \end{aligned}$$

**24. ZAD:** 1011\_123mip

2. Elektromagnetski val se širi u vakuumu u smjeru osi  $x$  i ima amplitudu električnog polja  $E_0 = 220 \text{ V m}^{-1}$ . Vektor električnog polja leži u ravnini  $y = z$ . Odredi amplitudu i smjer pripadajućeg magnetskog polja **B**. **(3 boda)**

**25. ZAD:** 2013/2014 mi

4. Proton se giba jednoliko pravocrtno brzinom (stalnog) iznosa  $v = 100 \text{ m/s}$  u pozitivnom smjeru  $y$ -osi, u prostoru u kojem postoje električno i magnetsko polje. Ako je vektor magnetskog polja  $\vec{B} = (0.01 \text{ T}) \vec{k}$ , odredite vektor električnog polja  $\vec{E}$ . **(6 bodova)**

**26. ZAD:** 2010/2011 pzi

2. Odašiljač radija 101 zrači prosječnom snagom  $101 \text{ kW}$ . Pretpostavite da odašiljač zrači izotropno u gornji poluprostor. Izračunajte amplitude električnog i magnetskog polja, te prosječnu gustoću energijskog toka na udaljenosti  $1 \text{ km}$  od odašiljača. **(5 bodova)**

**27. ZAD:** 2010/2011 2mib

2.(3 boda) Djeluje magnetsko polje opisano jednađbom  $\mathbf{B} = B_0 \cdot \mathbf{x} \cdot \mathbf{z}$ . Kvadratična petlja, stranice duljine  $l$ , giba se u x-y ravnini brzinom  $\mathbf{v} = v_0 \cdot \mathbf{x}$ . Koliki je inducirani napon u petlji?

**28. ZAD:** 2008/2009 2mip

2. Kroz dva paralelna beskonačno duga vodiča teku struje jakosti  $I_1 = 0,12 \text{ A}$  i  $I_2 = 0,09 \text{ A}$  u suprotnim smjerovima. Kolika je magnetska indukcija  $B$  u točki T koja je od vodiča udaljena za  $a = 9 \text{ cm}$ ? Razmak među vodičima je  $d = 10 \text{ cm}$ . (4 boda)

