ZADACI ZA VJEŽBU

ZAVRŠNI ISPIT IZ FIZIKE 2. 2010/2011

1. Zadatak

Staklena ploča prekrivena je tankim slojem prozirne tvari apsolutnog indeksa loma 1,4. Okomito na ploču pada snop monokromatske svjetlosti valne duljine 580 nm. Kolika mora biti debljina nanesenog sloja uslijed čega unatoč što je osvjetljenja izgleda tamna. Navedi nekoliko mogućnosti.

2. Zadatak

Okomito na optičku rešetku koja ima 200 zareza po milimetru upada svjetlost dviju valnih duljina od 594 nm i 792 nm.

c) Pod kojim će se najmanjim kutom prekriti maksimum otklonjenih zraka?

d) Postoje li spektri višeg reda koji će se prekriti? Ako postoje, pod kojim će se kutom to dogoditi?

3. Zadatak

Dva konkavna sferna zrcala polumjera zakrivljenosti 38 cm i 36 cm okrenuta su jedno prema drugome, tako da im se optičke osi podudaraju. Udaljenost između tjemena zrcala iznosi 8 dm. Između zrcala nalazi se predmet 30 cm udaljen od zrcala manje žarišne daljine. Nađi grafički i računski položaj slike i njezino povećanje koje nastaje refleksijom najprije na bližem a zatim na daljem zrcalu !

4. Zadatak

Zraka svjetlosti prelazi iz zraka (n_1=1) u ulje (n_2=1,28) i reflektira se od dna staklene posude (n_3= 1,43). Pod kojim kutom u odnosu na površinu ulja mora upadati zraka svjetlosti da bi reflektirana zraka bila totalno polarizirana? Nacrtaj sliku.

5. Zadatak

Kuglica se u trenutku $t = 0$ ispusti s visine 3m iznad tjemena konkavnog (udubljenog) zrcala čiji je polumjer zakrivljenosti 1m i koje je položeno horizontalno. Napiši izraz za položaj slike kuglice u vremenu! Napiši izraz za povećanje! U kojem trenutku se kuglica "sudari" sa svojom slikom i gdje, te koliki je tada omjer veličine slike i kuglice? Je li se kuglica sudarila s realnom ili virtualnom slikom? Možete li zamisliti još jedan sudar koji niste dobili rješavanjem jednadžbi?

6. Zadatak

Promjer Mjeseca iznosi $3{,}48 \cdot 10^6$ m, a njegova udaljenost od Zemlje je $384 \cdot 10^6$ m. Koliki je promjer Mjesečeve slike dobivene konkavnim zrcalom polumjera 415mm smještenim na Zemlji? Odaberite tri riječi za opis slike od sljedećih šest: realna, imaginarna, uspravna, obrnuta, uvećana, umanjena.

7. Zadatak

Konvergentna leća smještena je u središtu zakrivljenosti konkavnog zrcala tako da im se podudaraju optičke osi. Leća i zrcalo imaju jednaku žarišnu daljinu. Predmet visine 2 cm smješten je okomito na optičku os na udaljenosti 3 žarišne duljine od leće, s one strane gdje nema zrcala.

a) Konstruiraj konačnu sliku predmeta

b) Odredi numerički udaljenost konačne slike od leće i njezinu visinu.

8. Zadatak

Predmet je udaljen od zaslona 18cm. Na koja dva načina treba postaviti jednu konvergentnu leću žarišne daljine 3cm da bi ona u oba slučaja proizvela oštru sliku predmeta na zaslonu? Koliko je povećanje u svakom slučaju? Skicirajte karakteristične zrake i ukratko opišite kakvu sličnost uočavate između ova dva slučaja!

9. Zadatak

Zraka svjetlosti upadne u prozirnu kuglu i djelomično se reflektira unutar kugle, te opet izađe iz kugle u zrak. Koji uvjet mora biti zadovoljen da bi ulazna i izlazna zraka bile paralelne? Koliki mora biti indeks loma kugle da bi se to dogodilo zraci koja upada pod kutom u=82,82°? Nacrtaj put zrake svjetlosti!

10. Zadatak

Kod Young-ovog uređaja je udaljenost pukotina 2,5 mm. Izvor koji emitira svjetlost valne duljine 0,55 μm smješten je iza pokotina na udaljenosti D_1 = 55 cm, a na jednakoj udaljenosti od pukotina. Pruge interferencije promatramo na zastoru ispred pukotina, koji je paralelan sa ravninom pukotina i udaljen D_2 = 1,1 m. Izračunaj:

a) Udaljenost dobivenih pruga

b) Za koliko se pomakne centralna pruga i u kojem smjeru, ako se izvor pomakne za 2 mm paralelno s pravcem na kojem leže pukotine

c) Ako pak jednu pukotinu prekrijemo staklom debljine 0,1 mm, s one strane na kojoj je zastor, a izvor vratimo na prvo mjesto (kao pod a)), centralna svijetla pruga pomakne se na mjesto 100-te svijetle pruge. Koliki je indeks loma stakla?

11. Zadatak

Monokromatska svjetlost valne duljine 700 nm pada okomito na optičku rešetku. Maksimumi trećeg reda vide se pod kutom od 10°. Odredi konstantu rešetke i broj zareza na dužini rešetke od 1 cm. Koliki je teoretski najviši red spektra na ovoj rešetki i pod kojim bi se kutom trebao vidjeti?

1. Zadatak

Faze se mijenjaju prilikom refleksije na A i B pa će rezultat interferencije biti isti kao da se ta promjena nije ni zbila

(2 bo

n= 1,4
λ=580 nm

d=?

Geometrijska razlika puta $\Delta s = 2\,\overline{AB}$
Optička razlika puta $\Delta s = 2\ n\ d$ **(2 boda)**
Slabljenje $(2k+1)\,\dfrac{\lambda}{2} = 2 \cdot n \cdot d$

k=0 $d_m = \dfrac{\lambda}{4n} = \dfrac{580}{4 \cdot 1{,}4} = 103{,}57\ \text{nm}$ **(2 boda)**

Veće debljine pri kojima dolazi do poništavanja

k=1 $d = \dfrac{3\lambda}{4n} = 310{,}7\ \text{nm}$ **(2 boda)**

k=2 $d = \dfrac{5\lambda}{4n} = 517{,}85\ \text{nm}$ **(2 boda)**

2. Zadatak

$$d = \frac{1\ \text{mm}}{200} = 5 \cdot 10^{-6}\,\text{m}$$
$$\lambda_1 = 594\text{nm}$$
$$\lambda_2 = 792\text{nm}$$

k= ? α=?
k´=? α´=?

a)

$\sin\alpha = \sin\alpha'$

$$\frac{k\lambda_1}{d} = \frac{k'\lambda_2}{d}$$
$$\frac{k'}{k} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{594}{792} = \frac{3}{4}$$

(3 boda)

$$k = 4 \text{ za } \lambda_1 = 594\text{nm}$$
$$k' = 3 \text{ za } \lambda_2 = 792\text{nm}$$

$$\sin\alpha = \frac{4\lambda_1}{d} = \frac{4.594 \cdot 10^{-9}}{5 \cdot 10^{6}}$$
$$\sin\alpha = 0{,}4752$$

(2 boda)

$$\alpha = 28{,}37°$$

Drugo prekrivanje

k= 8 za λ_1 =594 nm
k´= 6 za λ_2 =792 nm

$$\sin\alpha' = \frac{8\lambda_1}{d} =$$
$$\sin\alpha' = 0{,}9504$$

(2 boda)

$$\alpha' = 71{,}87°$$

Slijedeća prekrivanja za
k=16
k´=12 **(1 bod)**
nisu moguća jer je sin α >1

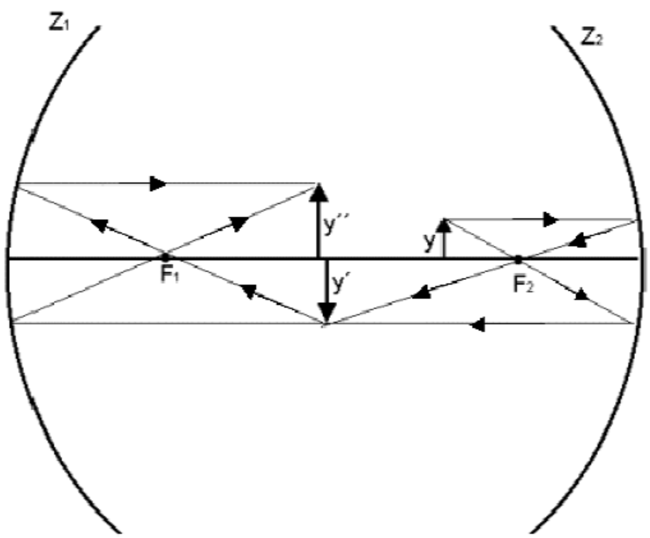
3. Zadatak

$R_1 = 38$ cm → $f_1 = \frac{R_1}{2} = 19$ cm **(1 bod)**

$R_2 = 36$ cm → $f_2 = \frac{R_2}{2} = 18$ cm

d= 80 cm
$a_1 = 30$ cm

$b_2 = ?$ $M = ?$



(2 boda)

Slika je realna, uvećana i uspravna **(1 bod)**

Reflektiranje na zrcalu Z_2

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_2}$$

$$b_1 = \frac{a_1 \cdot f_2}{a_1 - f_2} = \frac{30\text{ cm} \cdot 18\text{ cm}}{30\text{ cm} - 18\text{ cm}} = 45\text{ cm}$$ **(2 boda)**

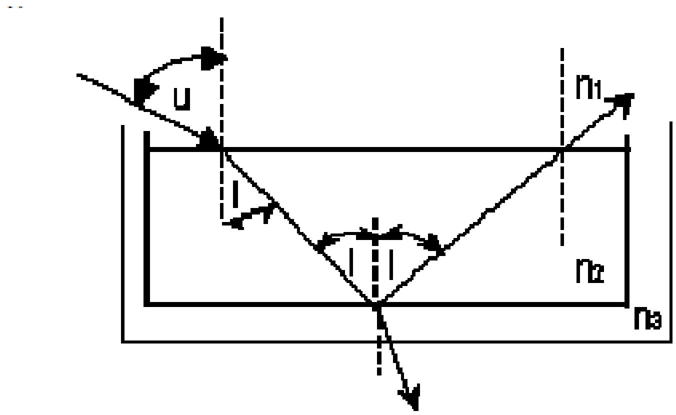
To je slika predmeta na zrcalu Z1

$$a_2 = d - b_1 = 80\text{ cm} - 45\text{ cm} = 35\text{ cm}$$ **(1 bod)**

$$b_2 = \frac{a_2 \cdot f_1}{a_2 - f_1} = \frac{35\text{ cm} \cdot 19\text{ cm}}{35\text{ cm} - 19\text{ cm}} = 41{,}56\text{ cm}$$ **(1 bod)**

$$M = (-\frac{b_1}{a_1}) \cdot (-\frac{b_2}{a_2}) = (-\frac{45\text{cm}}{30\text{cm}}) \cdot (-\frac{41{,}56\text{cm}}{35\text{cm}}) = 1{,}78$$ **(2 boda)**

4. Zadatak



(slika 2 boda)

$$tgl = \frac{n_3}{n_2} = \frac{1{,}43}{1{,}28} = 1{,}12 \Rightarrow l = 48°13' \qquad \text{(2 boda)}$$

$n_1 \cdot \sin u = n_2 \cdot \sin l$

$$\sin\ u = \frac{n_2 \cdot \sin\ l}{n_1} = \frac{1{,}28 \cdot \sin\ 48°13'}{1} \Rightarrow u = 72°14' \qquad \text{(2 boda)}$$

$u` = 90 - u = 17°18`$

5. Zadatak

Iz jednadžbe za konkavno zrcalo $\frac{1}{x}+\frac{1}{x'}=\frac{2}{R}$, dobije se udaljenost slike od tjemena $x' = \frac{Rx}{2x-R}$, gdje je zadano R=1m. **(1 bod)**

Budući da se kuglica giba prema zrcalu jednoliko ubrzano, to je $x = d - \frac{gt^2}{2}$, gdje je d=3m zadana početna udaljenost iznad zrcala. **(1 bod)**

Slijedi $x' = \frac{R(d-gt^2/2)}{2d-gt^2-R}$. **(2 boda)**

Povećanje je $\frac{x'}{x} = \frac{R}{2d-gt^2-R}$. **(1 bod)**

Uvjet sudara $x = x'$ daje x=x'=R=1 m (sudar je u središtu zakrivljenosti) **(1 bod)**

i trenutak sudara $t = \sqrt{\frac{2(d-R)}{g}}$=0,638 s. **(1 bod)**

Tu je veličina slike jednaka veličini kuglice. Kuglica se sudarila s realnom slikom. **(2 boda)**
Još jedan sudar kuglice bio bi u samom tjemenu zrcala sa svojom virtualnom slikom. **(1 bod)**

6. Zadatak

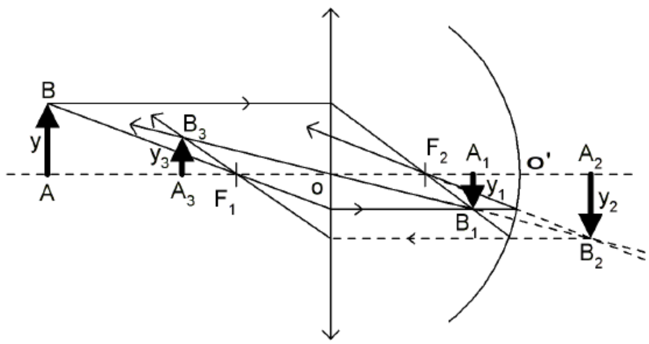
Jednadžba konkavnog zrcala glasi $\frac{1}{x}+\frac{1}{x'}=\frac{1}{f}=\frac{2}{R}$. **(2boda)**

Iz poznate udaljenosti Mjeseca (predmeta) od zrcala x=3,84·10^8m/s i polumjera zrcala R=0,415m, dobije se udaljenost slike Mjeseca od zrcala x'=0,2075m (gotovo u žarištu zrcala). **(2boda)**

Omjer veličine slike i predmeta dan je jednadžbom $\frac{y'}{y}=\frac{x'}{x}$ **(1boda)**

iz čega slijedi y'=1,88mm. **(2boda)**
Slika je realna, obrnuta i umanjena. **(1bod)**

7. Zadatak



4b

$\overline{OA} = a_1 = 3 \cdot f$

$\Rightarrow \quad b_1 = \dfrac{a_1 \cdot f}{a_1 - f} = \dfrac{3}{2} \cdot f \qquad y_1 = -y \cdot \dfrac{b_1}{a_1} = -1\,cm$

$\overline{OA_1} = b_1$

1b **1b**

$\overline{O'A_1} = a_2 = 2 \cdot f - \dfrac{3}{2} \cdot f = \dfrac{1}{2} \cdot f$

$\Rightarrow \quad b_2 = \dfrac{a_2 \cdot f}{a_2 - f} = -f \qquad y_2 = -y_1 \cdot \dfrac{b_2}{a_2} = -2\,cm \qquad \overline{O'A_2} = b_2$

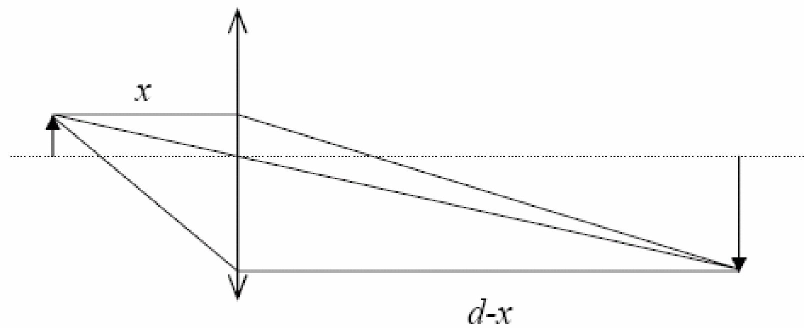
1b **1b**

$\overline{OA_2} = a_3 = 2 \cdot f + f = 3 \cdot f$

$\Rightarrow \quad b_3 = \dfrac{a_3 \cdot f}{a_3 - f} = \dfrac{3}{2} \cdot f \qquad y_3 = -y_2 \cdot \dfrac{b_3}{a_3} = 1\,cm \qquad \overline{OA_3} = b_3$

1b **1b**

8. Zadatak



(1 bod)

Ako je udaljenost predmeta od leće x, onda je udaljenost leće od zaslona d-x, gdje je d udaljenost predmeta i zaslona.

Tada iz jednadžbe leće $\frac{1}{x}+\frac{1}{d-x}=\frac{1}{f}$, **(1 bod)**

gdje je f=3cm žarišna daljina konvergentne leće,

slijedi $x^2-xd+fd=0$, čije je rješenje $x_{1,2}=\frac{d}{2}\pm\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2-fd}=(9\pm 5,2)\text{cm}$.**(2 boda)**

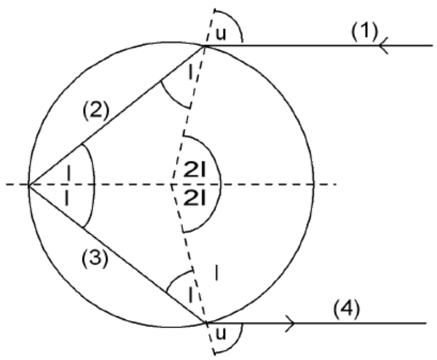
Za udaljenost leće od predmeta x_1=14,2cm,povećanje je $\frac{x_1}{d-x_1}=\frac{14,2}{3,8}=3,74$, **(2boda)**

a za x_2=3,8cm, povećanje je $\frac{x_2}{d-x_2}=\frac{3,8}{14,2}=0,27$. **(2boda)**

Prvo rješenje je jednako drugom ako se predmet i slika međusobno zamijene. To se vidi i na slici ako se obrnu smjerovi širenja zraka. **(2boda)**

9. Zadatak

$n_{ZRAK}=1$



2b

IZ SLIKE SE VIDI DA JE:

$u = 2l$ **1b**

$$\frac{\sin u}{\sin l} = n$$

$$\frac{\sin 2l}{\sin l} = n$$

$$\frac{2\sin l \cdot \cos l}{\sin l} = n$$

$$n = 2\cos l$$

$$n = 2\cos\frac{u}{2}$$ **1b**

$$n = 2\cos\frac{82{,}82^\circ}{2} = 1{,}5$$ **1b**

POSTOJE DVA UVJETA:

<u>1. UVJET:</u>

$$\cos l = \frac{n}{2} \leq 1$$

$n \leq 2$ **2b**

<u>2. UVJET:</u>

$$u < 90^\circ$$

$$2l < 90^\circ$$

$$l < 45^\circ \Rightarrow \cos\dot{l}45^\circ$$

$$\frac{n}{2} > \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$n > \sqrt{2}$ **2b**

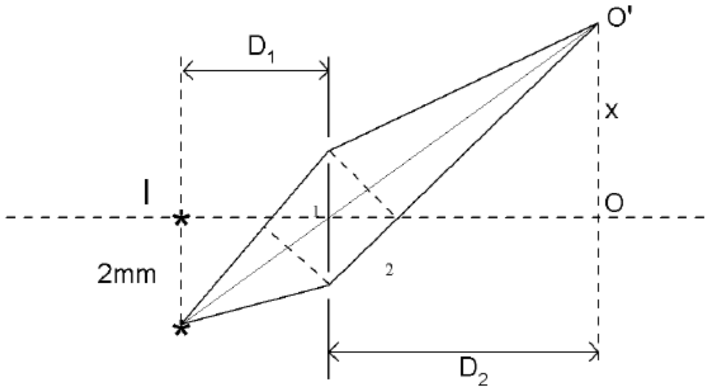
<u>1. I 2. UVJET ZAJEDNO:</u>

$\sqrt{2} < n \leq 2$ **1b**

10. zadatak

a) $s=\frac{\lambda\cdot D_2}{d}=\frac{0{,}55\cdot 1{,}1\cdot 10^{-6}}{2{,}5\cdot 10^{-3}}=0{,}242\ mm$ **1b**

b)



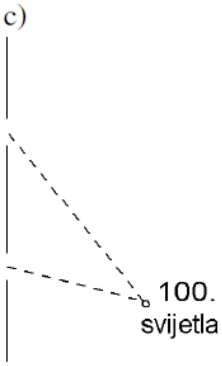
$\delta_1+\delta_2=O$

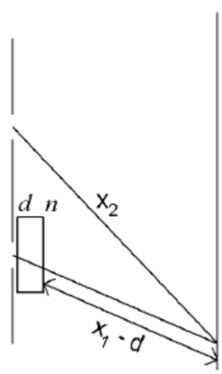
$x=\overline{OO'}$ **2b**

AKO IZVOR <u>SPUSTIMO</u> ZA 2 mm, CENTRALNA PRUGA ĆE SE

PODIĆI ZA: $\frac{x}{D_2}=\frac{2\ mm}{D_1}=\quad\Rightarrow\quad x=4\ mm$ **2b**

c)





1b

Bez stakla $\delta=x_2-x_1=100\lambda$

Ako staklo stavimo na donju pukotinu, centralna se spusti i obratno

2b

$\delta=O=x_2-(x_1-d+nd)$ **2b**

$x_2-x_1+d-nd=O$

$n=\frac{x_2-x_1+d}{d}=\frac{100\lambda}{d}+1$

$n=1{,}55$ **2b**

11. zadatak

Maksimum

$$\sin\alpha_n = \frac{k\lambda}{d}$$

(2 boda)

$$d = \frac{3\lambda}{\sin 10} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{m}$$

$$N = \frac{1}{d} = \frac{\sin\alpha}{3\lambda} = 826{,}9 \quad cm^{-1}$$ (2 boda)

Da bi se svjetlost vidjela na zastoru mora biti ispunjen uvjet

$$\sin\alpha_n = \frac{n\lambda}{d} \le 1$$

(2 boda)

$$n \le \frac{d}{\lambda} = 17{,}24$$

Najviši stupanj ogibne svjetlosti

n=17 (2 boda)

$$\sin\alpha_n = \frac{17\lambda}{d} = 0{,}9917$$

(2 boda)

$$\alpha_n = 82{,}60° = 82°36'$$