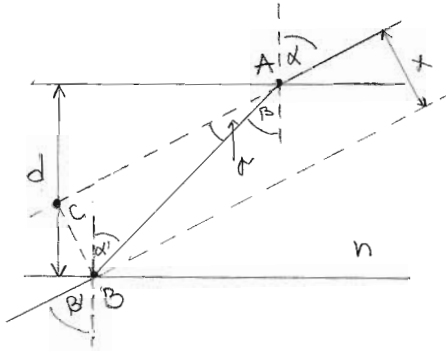


Светлосни зрак пада на плоску паралелну плочу индекса преломљивости  $n=1,6$  и дебљине  $d=5\text{mm}$ . Колико је померен светлосни зрак услед преломљивости кроз плочу.

### ИЗРАДА



$$\begin{aligned} \alpha &= 60^\circ \\ n &= 1,6 \\ d &= 5\text{mm} \\ x &= ? \end{aligned}$$

- зрак који излази из паралелне плоче је паралелан са упадним зраком, али је померен за вредност  $x$

$$\varphi = \alpha - \beta$$

$$\Delta n \varphi = \frac{x}{AB} \Rightarrow x = AB \Delta n \varphi$$

$$\cos \beta = \frac{d}{AB} \Rightarrow d = AB \cos \beta \Rightarrow AB = \frac{d}{\cos \beta}$$

$$x = \frac{d}{\cos \beta} \Delta n \varphi$$

$$x = \frac{d}{\cos \beta} \cdot \Delta n \varphi$$

$$x = \frac{5\text{mm}}{\cos 32,8^\circ} \cdot \Delta n 27,2^\circ$$

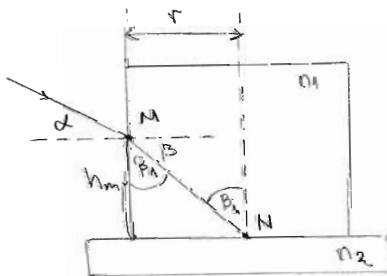
$$x = 2,7\text{mm}$$

$$\Delta n d = n \Delta n \beta \Rightarrow \beta = \arcsin \frac{\Delta n d}{n} = 32,8^\circ$$

$$\varphi = 60^\circ - 32,8^\circ = 27,2^\circ$$

Стиклени цилиндар полупречника  $r=1,5\text{m}$  и индекса преломљивости  $n_1=1,6$  постављен је на паралелну плочу индекса преломљивости  $n_2=1,3$ . Ако светлосни зрак пада на цилиндар у тачки  $M$  и на његовом омотачу се прелама, наћи највећу висину тачке  $M$  да би се светлосни зрак у тачки  $N$  потпуно рефлектовао. Колико износи упадни угао у овом случају?

### ИЗРАДА



$$\begin{aligned} r &= 1,5\text{m} \\ n_1 &= 1,6 \\ n_2 &= 1,3 \\ \alpha &= ? \end{aligned}$$

$$n_2 \sin \alpha_2 = n_1 \sin \beta_1$$

$$\alpha_2 = 90^\circ$$

$$n_2 = n_1 \sin \beta_1$$

$$\sin \beta_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,3}{1,6} = 0,8125$$

$$\beta_1 = 54,34^\circ$$

$$\tan \beta_1 = \frac{r}{h_m} \Rightarrow h_m = \frac{r}{\tan \beta_1}$$

$$h_m = \frac{1,5\text{m}}{\tan 54,34^\circ} = 1,08\text{m}$$

$$\beta = 90^\circ - \beta_1$$

$$\beta = 90^\circ - 54,34^\circ$$

$$\beta = 35,66^\circ$$

$$\Delta n d = n_1 \sin \beta$$

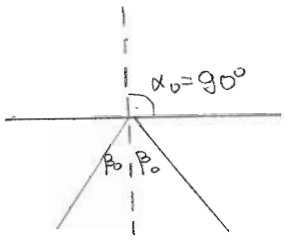
$$\Delta n d = 1,6 \sin 35,66^\circ$$

$$\Delta n d = 0,933$$

$$\alpha = 68,8^\circ$$

Светлосни зраци полазе из извора који се налази на дну суда испуњеног водом. Тоу који минимални угао је потребно умерити осветлене зраке, тако да сви зраци буду рефлектовани од граничне површине вода-ваздух.

### ИЗРАДА



- када светлосни зраци кретају из оптички гушће средине (индекса преломљивости  $n_2$ ) у оптички ређе средину (индекса преломљивости  $n_1$ ,  $n_1 < n_2$ ), на граничној средини чоне доћи до појаве тоталне рефлексије светлости.

- из закона преломљивости

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

за гранични случај  $\alpha = \alpha_0 = 90^\circ$  вреди

$$\sin \beta_0 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n_{2,1}}$$

- индекс преломљивости воде  $n_2 = n = 1,33$ , а ваздуха  $n_1 = 1$ , за гранични угао тоталне рефлексије  $\beta_0$  се добија

$$\sin \beta_0 = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,33} = 0,7519 \Rightarrow \beta_0 = 48,75^\circ$$

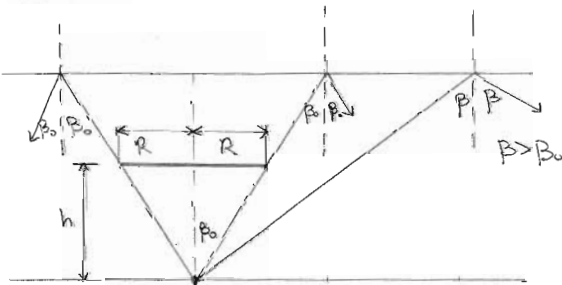
У води на дубини  $H = 10 \text{ cm}$ , налази се тачкасти светлосни извор. На којој максималној висини изнад извора треба поставити кружну плочу полупреника  $R = 2 \text{ cm}$ , тако да светлосни не излази кроз површину воде?

### ИЗРАДА

$$H = 10 \text{ cm} \quad n_2 = 1,33$$

$$R = 2 \text{ cm}$$

$$h = ?$$



- светлосни зраци који пролазе поред плочу и удрују на граничну површину под угао једнаким или већим од граничног угла за тот. рефлексију претрпеће тот. рефлексију. Због тога је потребно поставити плочу на ову дубину  $h$  при којој ће зраци који пролазе поред саме ивице плочу, падају под угао  $\beta_0$  на граничну површину вода-ваздух. У том случају потребно је да је испуњен услов

$$\frac{R}{h} = \tan \beta_0$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

$$\sin \beta_0 = \frac{n_1}{n_2}$$

$n_1$  - индекс преломљивости ваздуха

$$n_1 = 1$$

$$\sin \beta_0 = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,33} = 0,7519$$

$$\beta_0 = 48,75^\circ$$

$$\frac{R}{h} = \tan \beta_0$$

$$h = \frac{R}{\tan \beta_0} = \frac{2 \text{ cm}}{\tan 48,75^\circ}$$

$$h = 1,75 \text{ cm}$$

Паралелан стот светлостних зрака пада под углом  $\alpha = 45^\circ$  на границу површину води - стакло. Израчунајте индекс преломача стакла, ако је преломни угао  $\beta = 40^\circ$  и индекс преломача воде 1,33. Колико износи релативан индекс преломача у овом случају?

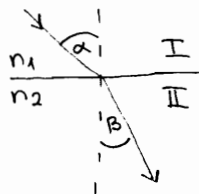
### ИЗРАДА

- приликом пада светлости на границу површину две средине различитих индекса преломача, једним делом долази до одбијања, а другим делом до преломача светлостних зрака у другу страну. За преломачене зраке важи закон преломача светлости

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_2 = n_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 1,33 \frac{\sin 45^\circ}{\sin 40^\circ}$$

$$n_2 = 1,46$$

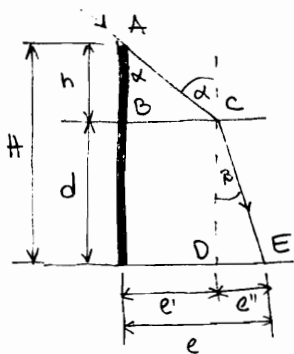


- релативни индекс преломача друге средине (II) у односу на прву (I) (стакла у односу на воду) је

$$n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1,46}{1,33} = 1,1$$

Слуп висине  $h = 3\text{m}$  вертикално је постављен на дно базена у којем се налази вода дубине  $d = 2\text{m}$ . Светлостни зраци који се отваравају површину воде у базену падају под углом  $\alpha = 60^\circ$  у односу на нормалу на граничну површину ваздух-вода. Израчунајте дужину сенке слупа која се отвара на дно базена

### ИЗРАДА



$$\text{- из правоуглог троугла } ABC \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{e'}{h}$$

$$e' = h \operatorname{tg} \alpha = 1\text{m} \sqrt{3} = 1,73$$

$$e'' = d \operatorname{tg} \beta$$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{1,33} = 0,6511 \Rightarrow \beta = 40,6^\circ$$

$$\operatorname{tg} \beta = 0,858$$

$$e'' = 1,72\text{m}$$

$$e = e' + e'' = 3,45\text{m}$$

$$h = 3\text{m}$$

$$d = 2\text{m}$$

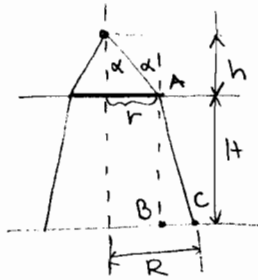
$$\alpha = 60^\circ$$

$$e = ?$$

По површини воде плива танак предмет кружног облика полупречника  $r = 1 \text{ dm}$ . Ако се изнад предмета, дунт четве осе, постави тачкasti светлосни извор на висини  $h = 0,2 \text{ m}$ , израчунајте површину сенке на дну суда. Дунтк воде у суду износи  $H = 30 \text{ cm}$

### ИЗРАДА

$$\begin{aligned} r &= 1 \text{ dm} \\ h &= 0,2 \text{ m} \\ P_s &= ? \\ H &= 30 \text{ cm} \\ n &= 1,33 \end{aligned}$$



$$\text{tg } \alpha = \frac{r}{h} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 26,57^\circ$$

$$\Delta \sin \alpha = n \Delta \sin \beta \Rightarrow \Delta \sin \beta = \frac{\Delta \sin \alpha}{n} = 0,335 \Rightarrow$$

$$\beta = 19,6^\circ$$

$$\text{tg } \beta = 0,356$$

$$\Delta ABC \Rightarrow \frac{R-r}{H} = \text{tg } \beta$$

$$\frac{R-r}{H} = 0,356$$

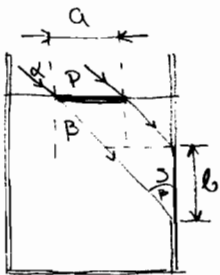
$$R-r = H \cdot 0,356 \Rightarrow R = (H \cdot 0,356) + r$$

$$R = 20,68 \text{ cm}$$

$$S = R^2 \pi = 1343,5 \text{ cm}^2$$

По површини воде у суду плива танак квадратни предмет  $P$ . Паралелни светлосни зраци падају под углом  $\alpha$  на вертикалну површину воздух-вода, и след чета се на долној страни суда ствара сенка  $S$  висине  $b$ . Ако је висина сенке двоструко већа од странице ( $a$ ) предмета, израчунајте угао  $\alpha$  под којим светлосни зраци падају на површину воде.

### ИЗРАДА



$$\begin{aligned} b &= 2a \\ n &= 1,33 \end{aligned}$$

$$\Delta \sin \alpha = n \Delta \sin \beta$$

$$\text{tg } \beta = \frac{a}{b} = \frac{a}{2a} = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta = 26,56^\circ$$

$$\Delta \sin \beta = 0,447$$

$$\Delta \sin \alpha = 1,33 \cdot 0,447$$

$$\Delta \sin \alpha = 0,595$$

$$\alpha = 36,5^\circ$$

Израчунајте жичну дубину планконвексног сочива ијџи полупречник кривине износи  $R=30\text{cm}$ , а израђено је од стакла индекса преломљивости  $n=1,52$ .

### ИЗРАДА

- оптичка једначина сочива

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$R_1, R_2$  - полупречници кривина сочива

- код планконвексног сочива  $R_1=R$  и  $R_2 \rightarrow \infty$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{1}{R}$$

$$f = \frac{R}{n-1} = \frac{30\text{cm}}{1,52-1} = 57,69\text{cm} \quad f = 57,69\text{cm}$$

Два сочива истих димензија су израђена од две врсте стакла. Индекс преломљивости првог сочива је  $n_1 = 1,35$ , а другог  $n_2 = 1,52$ . Израчунајте жичну дубину другог сочива, ако је познати жична дубина првог сочива  $f_1 = 30\text{cm}$ .

### ИЗРАДА

$$n_1 = 1,35$$

$$n_2 = 1,52$$

$$f_1 = 30\text{cm}$$

$$f_2 = ?$$

$$\frac{1}{f_1} = (n_1-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f_2} = (n_2-1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{n_1-1}{n_2-1} \Rightarrow f_2 = \frac{n_1-1}{n_2-1} \cdot f_1$$

$$f_2 = \frac{1,35-1}{1,52-1} \cdot 30\text{cm}$$

$$f_2 = 20,19\text{cm}$$

Растајање светлост предмета од танког сабирног сочива износи  $p = 30\text{cm}$ . Ако је жинна даљина сочива  $f = 20\text{cm}$ , израчунајте на какв растајању је поаредно поставити заклон да би се на већу додио оштар лик предмета, као и линеарно увећање сочива у том случају?

### ИЗРАДА

$$p = 30\text{cm}$$

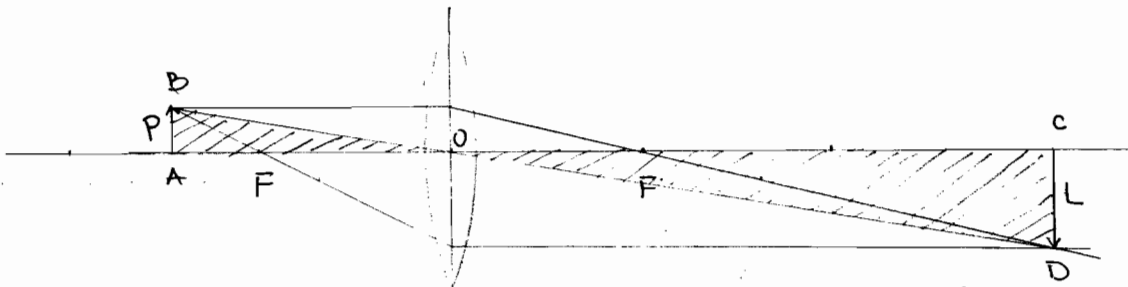
$$f = 20\text{cm}$$

- из једначине танког сочива  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e}$

$$\frac{1}{e} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = \frac{p-f}{pf}$$

$$e = \frac{pf}{p-f} = \frac{30\text{cm} \cdot 20\text{cm}}{30\text{cm} - 20\text{cm}} = 60\text{cm}$$

$$u = \frac{L}{p}$$



- из сличности троуглова  $ABO$  и  $CDO \Rightarrow \frac{L}{p} = \frac{l}{e}$

$$u = \frac{l}{p} = \frac{60\text{cm}}{30\text{cm}} = 2$$

Жинна даљина сабирног сочива износи  $f = 15\text{cm}$ . Светло предмет је постављен на растајање  $p$  од сочива, тако да је лик који се формира на заклону увећан 10 пута. Израчунајте растајање предмета од жинне сочива.

### ИЗРАДА

$$f = 15\text{cm}$$

$$u = 10$$

$$x = p - f = ?$$

$$u = \frac{e}{p} = 10 \Rightarrow e = p \cdot 10$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{10p}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{11}{10p}$$

$$f = \frac{10p}{11} \Rightarrow p = \frac{f \cdot 11}{10}$$

$$p = \frac{15\text{cm} \cdot 11}{10} = 16,5\text{cm}$$

$$x = p - f$$

$$x = 16,5\text{cm} - 15\text{cm}$$

$$x = 1,5\text{cm}$$

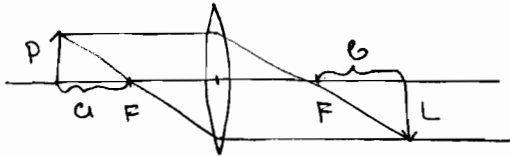
На растојању  $a=20\text{cm}$  од леве сабирне сочива постављен је светлио предмет, а зракот, на коме је ухватен његов оптички лик, налази се на растојању  $b=15\text{cm}$  од леве са друге стране сочива Израчунајте њиху даљину сочива.

### ИЗРАДА

$$a=20\text{cm}$$

$$b=15\text{cm}$$

$$f=?$$



$$p=f+a$$

$$l=f+b$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f+a} + \frac{1}{f+b}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f(1+\frac{a}{f})} + \frac{1}{f(1+\frac{b}{f})}$$

$$1 = \frac{1}{1+\frac{a}{f}} + \frac{1}{1+\frac{b}{f}}$$

$$1 = \frac{1+\frac{a}{f} + 1+\frac{b}{f}}{(1+\frac{a}{f})(1+\frac{b}{f})} = \frac{2+\frac{a}{f} + \frac{b}{f}}{1+\frac{b}{f} + \frac{a}{f} + \frac{ab}{f^2}}$$

$$2 + \frac{a}{f} + \frac{b}{f} = 1 + \frac{b}{f} + \frac{a}{f} + \frac{ab}{f^2}$$

$$1 = \frac{ab}{f^2} \Rightarrow f^2 = ab \Rightarrow \boxed{f = \sqrt{ab}}$$

Два сабирна сочива ( $S_1$  и  $S_2$ ) њихних даљина  $f_1=10\text{cm}$  и  $f_2=16\text{cm}$ , постављене су тако да им се главне оптичке осе поклапају, а растојање између њих износи  $d=40\text{cm}$ . На ком растојању  $P_1$  и  $P_2$  између сочива треба поставити светлио предмет тако да ликови одн сочива имају исту величину.

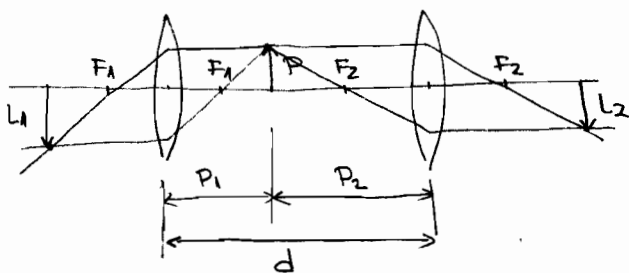
### ИЗРАДА

$$f_1=10\text{cm}$$

$$f_2=16\text{cm}$$

$$d=40\text{cm}$$

$$P_1, P_2=?$$



$$L_1=L_2$$

$$P_1=15,4\text{cm}$$

$$P_2=d-P_1=24,6\text{cm}$$

$$\frac{1}{s_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1} \quad , \quad \frac{1}{s_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2}$$

$$\frac{l_1}{p_1} = \frac{l_2}{p_2}$$

$$d = p_1 + p_2$$

$$\left. \begin{aligned} l_1 &= \frac{p_2 p_1}{p_2 - s_2} \\ l_2 &= \frac{p_2 s_2}{p_2 - s_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow l_1 = \frac{p_2 s_2 \cdot p_1}{p_2 - s_2}$$

$$\frac{1}{s_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{p_2}{\frac{p_2 s_2 p_1}{p_2 - s_2}} = \frac{1}{p_1} + \frac{(d-p_1)(d-p_1-s_2)}{(d-p_1)s_2 p_1}$$

$$\frac{1}{s_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{d-p_1-s_2}{s_2 p_1}$$

$$\frac{1}{s_1} = \frac{s_2 + d - p_1 - s_2}{s_2 p_1} = \frac{d-p_1}{s_2 p_1}$$

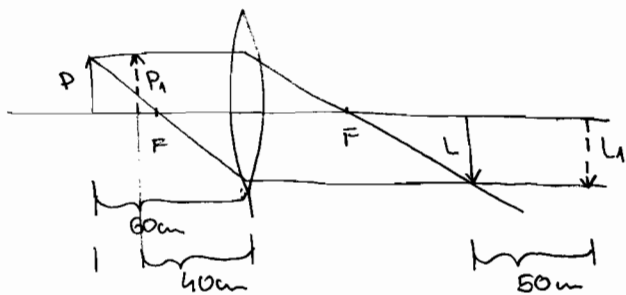
$$\frac{1}{s_1} = \frac{d}{s_2 p_1} - \frac{1}{s_2}$$

$$\frac{d}{s_2 p_1} = \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} = \frac{s_1 s_2}{s_1 + s_2}$$

$$\boxed{p_1 = \frac{s_1}{s_1 + s_2} \cdot d}$$

Светлиот предмет се наоѓа на растојаниу 60cm од главниот собирач сочиво. Ако се предметот помали за 20cm диме сочиво, растојание мк од сочиво ќе се повеќи за 50cm. Вреди нитну диме сочиво.

### ИЗРАДА



$$P_1 = 60\text{cm} - 20\text{cm} = 40\text{cm}$$

$$e_1 = e + 50\text{cm}$$

$$P = 60\text{cm}$$

$$s_{1,2} = \frac{5800 \pm \sqrt{33640000 - 14400000}}{60}$$

$$s_{1,2} = \frac{5800 \pm 4386,34}{60}$$

$$s_1 = 169,77\text{cm} \quad (\text{предмет се наоѓа на мањем растојаниу од } f)$$

$$s_2 = 23,56\text{cm} \quad (\text{предмет се наоѓа на веќе растојаниу од } f)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e} = \frac{1}{60} + \frac{1}{e} \Rightarrow e = \frac{60f}{60-f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{e_1} = \frac{1}{40} + \frac{1}{e+50}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{40} + \frac{1}{\frac{60f}{60-f} + 50}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{40} + \frac{60-f}{60f+3000-50f} = \frac{1}{40} + \frac{60-f}{3000+10f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3000+10f+40(60-f)}{120000-100f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3000+10f+2400-40f}{120000-100f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5400-30f}{120000-100f}$$

$$f = \frac{120000-100f}{5400-30f}$$

$$120000-100f = 5400f - 30f^2$$

$$30f^2 - 5400f - 100f + 120000 = 0$$

$$30f^2 - 5800f + 120000 = 0$$

На растојаниу  $p = 7\text{m}$  од расипанот (конвексниот) сочиво, оптичке моти  $\omega = -4D$ , наоѓа се предмет. Где се наоѓа мк од предметот? Да ли е он реален или имитинарен.

### ИЗРАДА

- како је оптичка мот сочиво резултатна вредност нитне диме израмена у метрица

$$\omega = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{\omega}$$

$$f = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{-4D} = -0,25\text{m} = -25\text{cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e}$$

$$e = \frac{pf}{p-f} = \frac{7\text{m} \cdot (-25\text{cm})}{7\text{m} - (-25\text{cm})} = -5,5\text{cm}$$

- мк је имитинарен и наоѓа се на растојаниу мање од нитне диме.



Два планконвексна сочива једнаких полупречника кривине  $R_1 = R_2 = 23\text{cm}$ , а разних индекса преломљивости,  $n_1 = 1,5$   $n_2 = 1,7$  слепо се са својим равним површинама. Колика је еквивалентна жижна даљина овог система сочива?

### ИЗРАДА

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad f_e - \text{еквивалентна даљина овог система сочива}$$

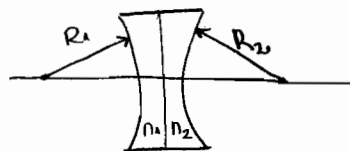
$$\frac{1}{f_1} = (n_1 - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\frac{1}{f_2} = (n_2 - 1) \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{n_1 - 1}{R_1} + \frac{n_2 - 1}{R_2}$$

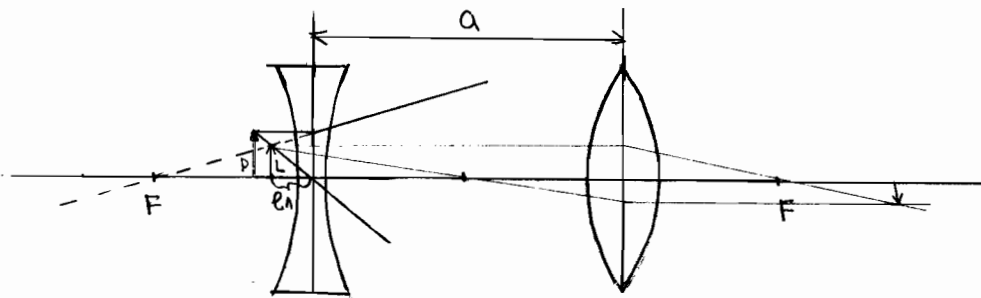
$$\frac{1}{f_e} = \frac{R_2(n_1 - 1) + R_1(n_2 - 1)}{R_1 R_2}$$

$$f_e = \frac{R_1 R_2}{R_2(n_1 - 1) + R_1(n_2 - 1)} = -19,7\text{cm}$$



Предмет се налази на растојању  $p_1 = 5\text{cm}$  од расипачког сочива, жижне даљине  $f_1 = 40\text{cm}$ . Ако се иза расипачког сочива, на растојању  $a = 5\text{cm}$ , постави сабирно сочиво жижне даљине  $f_2 = 8\text{cm}$ , на ком растојању од њега ће се налазити конканан лик. Конструисати лик предмета.

### ИЗРАДА



$$\begin{aligned} a &= 5\text{cm} \\ f_1 &= 40\text{cm} \\ f_2 &= 8\text{cm} \end{aligned}$$

$$-\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} - \frac{1}{l_1}$$

$$\frac{1}{l_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{p_1} = \frac{1}{40} + \frac{1}{5} = \frac{1}{40} + \frac{8}{40} = \frac{9}{40}$$

$$l_1 = \frac{40}{9} = 4,44\text{cm}$$

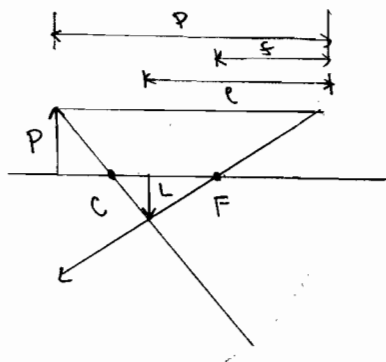
$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2}, \quad p_2 = a + l_1 = 5\text{cm} + 4,44\text{cm} = 9,44\text{cm}$$

$$\frac{1}{l_2} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{p_2} = \frac{1}{8} - \frac{1}{9,44} = 0,125 - 0,106 = 0,019$$

$$\frac{1}{l_2} = 0,019 \Rightarrow l_2 = 52,6\text{cm}$$

Предмет се налази на главној оптичкој оси издубљеног огледала на растојању 10 cm од оштрих огледала. Лик предмета у огледалу је реалан и увећан 1,2 пута. Вредити нитну даљину овог огледала и конструкцију лик предмета.

### ИЗРАДА



- једначина огледала

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e}$$

- и (увећање) = 1,2  $\Rightarrow e = 1,2p$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{1,2p} = \frac{2,2}{1,2p} \Rightarrow f = \frac{1,2p}{2,2}$$

$$f = 21,8 \text{ cm}$$

Лик предмета у издубљеном огледалу је увећан три пута. Након удаљевања предмета од огледала за 100 cm лик је постао умањен два пута. Уколико је нитна даљина овог огледала.

### ИЗРАДА

- једначина огледала

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{e}$$

$$1) e = 3p_1$$

$$2) p_2 = p_1 + 100 \text{ cm}, e_2 = \frac{p_2}{2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{e_1}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{3p_1}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{3p_1}$$

$$3p_1 = 4f$$

$$p_1 = \frac{4f}{3}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{2}{p_2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{p_2} = \frac{3}{p_1 + 100 \text{ cm}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{\frac{4f}{3} + 100 \text{ cm}}$$

$$f = \frac{\frac{4f}{3} + 100 \text{ cm}}{3}$$

$$f = \frac{4f + 300}{3}$$

$$f = \frac{4f + 300 \text{ cm}}{9}$$

$$9f = 4f + 300 \text{ cm}$$

$$5f = 300 \text{ cm}$$

$$f = \frac{300 \text{ cm}}{5}$$

$$\boxed{f = 60 \text{ cm}}$$

Испред испуценог сферног огледала, полуспрећника кривине  $R=54\text{cm}$ , налази се предмети величине  $P=6\text{cm}$  на растојању  $p=36\text{cm}$  од његовог шемента. Жакав је лик предмета, где се налази и колика је његова величина.

### ИЗРАДА

$$\begin{aligned} R &= 54\text{cm} \\ P &= 6\text{cm} \\ p &= 36\text{cm} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{2}{R} - \frac{1}{p} = \frac{2p - R}{Rp} \Rightarrow l = \frac{Rp}{2p - R}$$

$$l = \frac{-54\text{cm} \cdot 36\text{cm}}{2 \cdot 36\text{cm} - (-54\text{cm})} \quad \begin{array}{l} -R \text{ узето са знаком минус, јер} \\ \text{је код конвексног огледала} \\ \text{нижи имитинара} \end{array}$$

$$l = -15,4\text{cm}$$

- лик је :

- умањен
- имитинаран

$$u = \frac{L}{P} = \frac{l}{p} \Rightarrow L = P \frac{l}{p} = 2,57\text{cm}$$

Испред испуценог сферног огледала налази се предмети на растојању  $p=R$  где је  $R$  полуспрећник кривине огледала. Ако се уместо сферног огледала постави равни огледало, одредити за колико ће се лик предмета увећати од огледала и колико пута ће се увећати у односу на лик у сферном огледалу.

### ИЗРАДА

$$p=R$$

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

$$-\frac{2}{R} = \frac{1}{R} - \frac{1}{l}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{R} + \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{l} = \frac{3}{R}$$

$$l = \frac{R}{3}$$

$$x = R - \frac{R}{3} = \frac{2R}{3}$$

- растојање се промени за  $\frac{2}{3}R$

$$u = \frac{L}{P} = \frac{l}{p} = \frac{R/3}{R} = \frac{1}{3}$$

- лик ће се увећати три пута

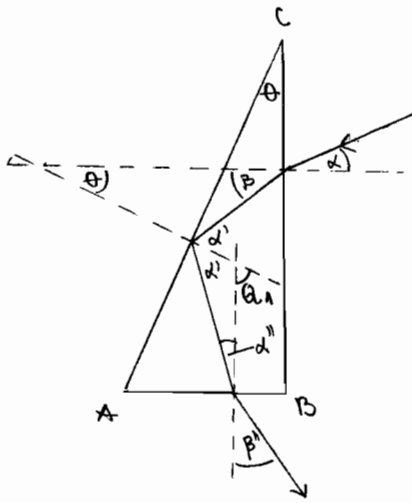
На пробатавоту тризми утла  $\theta = 28^\circ$ , пада светлостни зрак под утлом  $\alpha = 35^\circ$ . Ако је индекс преломљивости стакла, од којег је направљена тризма  $n = 1,4$ , наћи утло под којим светлостни зрак излази из тризме.

### ИЗРАДА

$$\theta = 28^\circ$$

$$\alpha = 35^\circ$$

$$n = 1,4$$



$$\sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 35^\circ}{1,4} = 0,4097$$

$$\beta = 24,19^\circ$$

$$\alpha' = \theta + \beta = 28^\circ + 24,19^\circ = 52,19^\circ$$

$$n \sin \alpha' = \sin \beta' \Rightarrow \sin \beta' = 1,4 \cdot \sin 52,19^\circ = 1,1$$

$$\sin \beta' = 1,1$$

- како синус утла не може имати већу вредност од 1, значи да се зрак не преломља на страници AC, него се потпуно рефлектује

$$\text{са стране } \alpha_1 = \frac{\pi}{2} - \theta = 90^\circ - 28^\circ = 62^\circ$$

$$\alpha_1 = \alpha'' + \alpha' \Rightarrow \alpha'' = \alpha_1 - \alpha' = 62^\circ - 52,19^\circ$$

$$n \sin \alpha'' = \sin \beta''$$

$$\alpha'' = 9,81^\circ$$

$$1,4 \cdot \sin 9,81^\circ = \sin \beta''$$

$$0,238 = \sin \beta'' \Rightarrow \beta'' = 13,8^\circ$$

Две правоугаоне тризме са утловима  $\alpha_1 = 45^\circ$  и  $\alpha_2 = 30^\circ$  су спојене. Узан ступ светлостних зрака пада на страници AB прве тризме, паралелно са основом тризме. Ако је индекс преломљивости прве тризме  $n_1 = 1,3$ , а друге  $n_2 = 1,5$ , изразити утло излазног зрака ( $\delta$ ) на страници AC, у односу на улазни зрак

### ИЗРАДА

$$\alpha_1 = 45^\circ$$

$$\alpha_2 = 30^\circ$$

$$n_1 = 1,3$$

$$n_2 = 1,5$$

$$\delta = ?$$

$$\alpha = \alpha_1 = 45^\circ$$

$$\beta = 32,95^\circ$$

$$\alpha' = 12,05^\circ$$

$$\beta' = 10,42^\circ$$

$$\beta'' = 76,55^\circ$$

$$\alpha'' = 40,42^\circ$$

$$180^\circ = \delta + \alpha_2 + 180^\circ - \beta''$$

$$\delta = \beta'' - \alpha_2$$

$$\beta' + \alpha_2 = \alpha'' \Rightarrow \alpha_2 = \alpha'' - \beta'$$

$$\delta = \beta'' - (\alpha'' - \beta') = \beta'' - \alpha'' + \beta' = \beta'' + \beta' - \alpha''$$

$$\delta = \beta'' + \beta' - \alpha''$$

$$\alpha = \alpha_1$$

$$\sin \alpha = n_1 \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_1} = \frac{\sin 45^\circ}{1,3} = 0,544$$

$$\beta = 32,95^\circ$$

$$\alpha_1 = \beta + \alpha' \Rightarrow \alpha' = \alpha_1 - \beta = 45^\circ - 32,95^\circ = 12,05^\circ$$

$$n_1 \sin \alpha' = n_2 \sin \beta' \Rightarrow \sin \beta' = \frac{n_1 \sin \alpha'}{n_2} = 0,1809$$

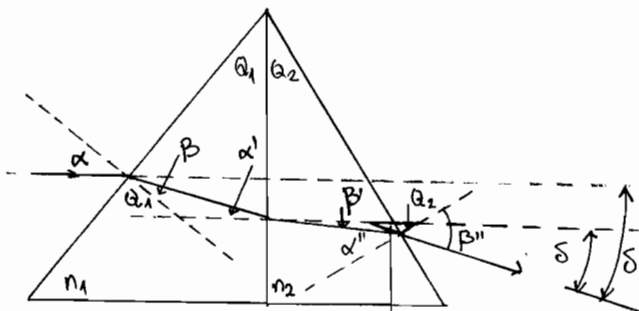
$$\beta' = 10,42^\circ$$

$$\alpha'' = \beta' + \alpha_2 = 10,42^\circ + 30^\circ = 40,42^\circ$$

$$n_2 \sin \alpha'' = \sin \beta'' = 0,9725 \Rightarrow \beta'' = 76,55^\circ$$

$$\delta = 76,55^\circ + 10,42^\circ - 40,42^\circ = 46,56^\circ$$

$$\boxed{\delta = 46,56^\circ}$$

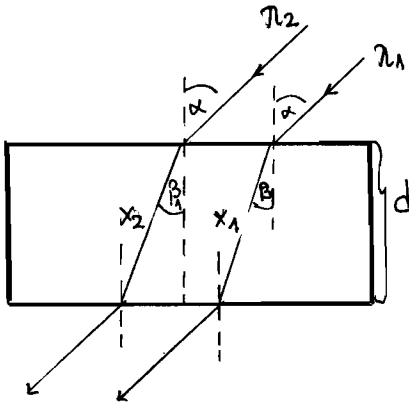


уз овог троугла

$$180^\circ = \delta + \alpha_2 + (180^\circ - \beta'')$$

На широкую параллельную пластину толщиной  $d = 0,8 \mu\text{m}$  падают два узких луча естественной поляризации длины  $\lambda_1 = 486,1 \text{ nm}$  и  $\lambda_2 = 656,3 \text{ nm}$ . Угол падения для обоих световых луча одна и та же величина и равен  $\alpha = 60^\circ$ . Если индекс преломления пластины для длины  $\lambda_1$  равен  $n_1 = 1,621$ , а для  $\lambda_2$ ,  $n_2 = 1,605$ , рассчитать число волн (за каждый луч) которые пройдут через пластину.

### ИЗРАДА



$$\begin{aligned} \alpha &= 60^\circ \\ d &= 0,8 \mu\text{m} \\ \lambda_1 &= 486,1 \text{ nm} \\ \lambda_2 &= 656,3 \text{ nm} \\ n_1 &= 1,621 \\ n_2 &= 1,605 \\ N_1, N_2 &=? \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_1} = \frac{\sin 60^\circ}{1,621} = 0,534$$

$$\beta = 32,29^\circ$$

$$\cos \beta = \frac{d}{x_1}$$

$$x_1 = \frac{d}{\cos \beta} = \frac{0,8 \mu\text{m}}{\cos 32,29^\circ} = 0,946 \mu\text{m}$$

$$N_1 = \frac{x_1}{\frac{\lambda_1}{n_1}} = \frac{x_1 n_1}{\lambda_1}$$

$$N_1 = \frac{0,946 \mu\text{m} \cdot 1,621}{486,1 \text{ nm}}$$

$$= \frac{0,00846 \mu\text{m} \cdot 1,621}{486,1 \cdot 10^{-9} \mu\text{m}}$$

$$N_1 = 3,156 \cdot 10^4$$

$$\sin \alpha = n_2 \sin \beta_1$$

$$\sin \beta_1 = \frac{\sin \alpha}{n_2} = \frac{\sin 60^\circ}{1,605} = 0,539$$

$$\beta_1 = 32,65^\circ$$

$$\cos \beta_1 = \frac{d}{x_2}$$

$$x_2 = \frac{d}{\cos \beta_1} = \frac{0,8 \mu\text{m}}{\cos 32,65^\circ} = 0,950 \mu\text{m}$$

$$N_2 = \frac{x_2}{\frac{\lambda_2}{n_2}} = \frac{x_2 n_2}{\lambda_2}$$

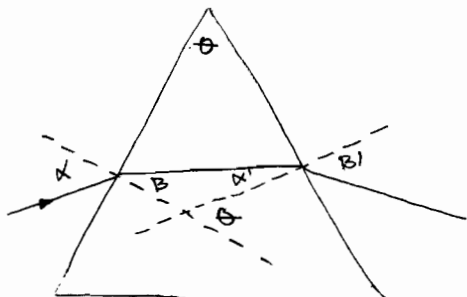
$$N_2 = \frac{0,950 \mu\text{m} \cdot 1,605}{656,3 \text{ nm}}$$

$$= \frac{0,0095 \mu\text{m} \cdot 1,605}{656,3 \cdot 10^{-9} \mu\text{m}}$$

$$N_2 = 2,323 \cdot 10^4$$

Узак стони монохроматичке светлости пада на страну призме под углом  $\alpha = 60^\circ$ . Након двоструког преламљања, кроз другу страну површине, светлост стони излази из призме под углом  $\beta' = 45^\circ$ . Ако је индекс преламљања призме  $n = 1,5$ , израчунајте угао призме  $\theta$ .

### УЗРАДА



$$\theta = \alpha' + \beta$$

$$\sin \beta = n \sin \beta'$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \beta = 35,26^\circ$$

$$n \sin \alpha' = \sin \beta'$$

$$\sin \alpha' = \frac{\sin \beta'}{n} = \frac{\sqrt{2}}{3} \Rightarrow \alpha' = 28,13^\circ$$

$$\theta = 28,13^\circ + 35,26^\circ = 63,39^\circ$$

Две призме од стакла индекси преламљања  $n_1 = 1,4$  и  $n_2 = 1,6$  су међусобно спојене. Светлостни зрак пада на страну призме и након преламљања на граничним површинама  $AB$ ,  $AC$  и  $AD$  излази из друге призме под углом  $\beta'' = 60^\circ$ . Ако су углови призми  $\theta_1 = 50^\circ$  и  $\theta_2 = 20^\circ$ , израчунајте угао  $\alpha$  под којим светлостни зрак пада на прву призму.

### УЗРАДА

$$n_1 = 1,4$$

$$n_2 = 1,6$$

$$\theta_1 = 50^\circ$$

$$\theta_2 = 20^\circ$$

$$\beta'' = 60^\circ$$

$$\alpha = ?$$

$$n_2 \sin \alpha'' = \sin \beta'' \Rightarrow \sin \alpha'' = \frac{\sin \beta''}{n_2}$$

$$\sin \alpha'' = \frac{\sin 60^\circ}{1,6} = 0,375 \Rightarrow \alpha'' = 22,33^\circ$$

$$\alpha'' = \beta' + \theta_2 \Rightarrow \beta' = \alpha'' - \theta_2$$

$$\beta' = 22,33^\circ - 20^\circ$$

$$\beta' = 2,33^\circ$$

$$n_1 \sin \alpha' = n_2 \sin \beta'$$

$$\sin \alpha' = \frac{n_2 \sin \beta'}{n_1} = \frac{1,6 \cdot \sin 2,33^\circ}{1,4} = 0,253$$

$$\alpha' = 14,63^\circ$$

$$\theta_1 = \beta + \alpha' \Rightarrow \beta = \theta_1 - \alpha'$$

$$\beta = 50^\circ - 14,63^\circ$$

$$\beta = 35,37^\circ$$

$$\sin \alpha = n_1 \sin \beta$$

$$\sin \alpha = 1,4 \cdot \sin 35,37^\circ = 0,810$$

$$\alpha = 54,13^\circ$$

