ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

7 февруари 2025

III година

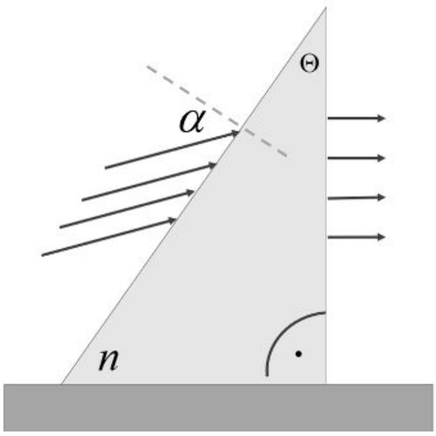
(решенија на задачите)

Задача 1. На правоаголна стаклена призма паѓа сноп од паралелни зраци под некој агол α (видете Слика 1), кои излегуваат од другата страна на призмата под прав агол (паралелно на хоризонталната подлога). Ако призмата е направена од материјал со индекс на прекршување n, а аголот при врвот е Θ:

а) Одредете ја врската помеѓу упадниот агол α, индексот на прекршување n и аголот Θ;

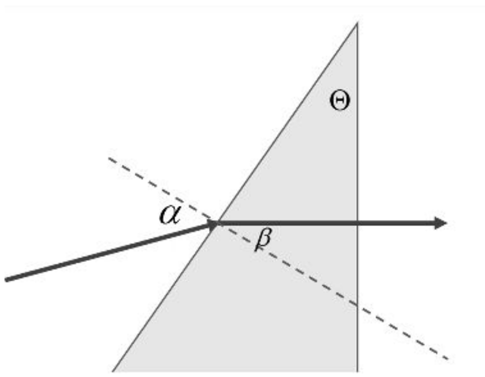
б) Ако упадниот агол α изнесува $55°$, а аголот при врвот на призмата е еднаков на $30°$, одредете го индексот на прекршување на призмата.

Индексот на прекршување на околниот воздух да се смета дека е $n_0 = 1$.



Слика 1

Решение:



Слика 2

а) За зраците да излезат паралелно на хоризонталната подлога, тие треба да се движат паралелно во однос на подлогата и внатре во призмзата. Бидејќи зраците преминуваат од една средина во друга, може да се искористи законот на Снелиус и Декарт:

$$n_0 \cdot \sin\alpha = n \cdot \sin\beta. \tag{1}$$

Бидејќи аглите β и θ се агли со взаемно нормални краци, следи:

$$\beta = \theta.$$

Така, за врската помеѓу аглите (и фактот што $n_0 = 1$), се добива

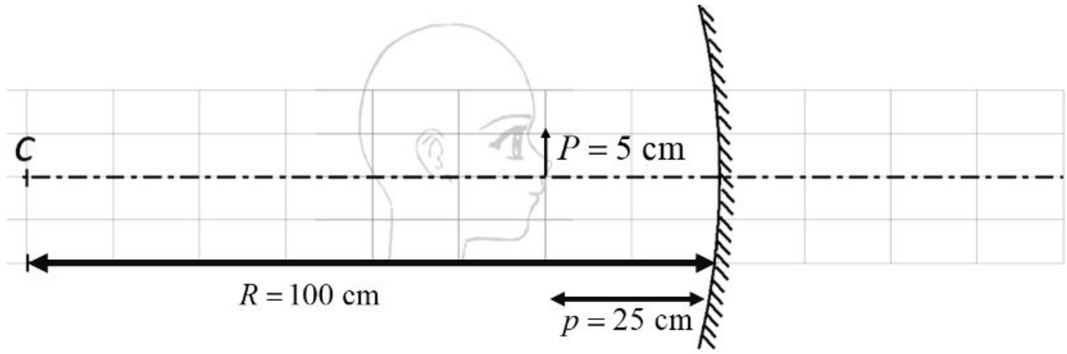
$$\sin\alpha = n\sin\theta. \tag{2}$$

б) Користејќи ја добиената равенка, и заменувајќи ги соодветните вредности, за индексот на прекршување на призмата се добива:

$$n \approx 1,64$$

Забелешка: Делот **а)** носи 14 поени, а пак делот **б)** носи 6 поени. Во делот **а)**, за запишување на законот на Снелиус и Декарт се доделуваат 4 поени. Ако ученикот ја најде врската помеѓу аголот на призмата и прекршениот зрак, се доделуваат 6 поени. За добивање на конечната формула, се доделуваат преостанатите 4 поени. За точно добиена вредност во делот **б)**, се доделуваат 6 поени. Ако ученикот напише мерна единица до бројната вредност на индексот на прекршување, се одземаат 3 поени.

Задача 2. Човек ја набљудува сликата на своето лице одразена во конкавно огледало со радиус од 1 метар (видете Слика 3). Ако неговиот нос се наоѓа на растојание 25 cm од огледалото и е $P = 5$ cm висок (поточно, проекцијата на носот на површината на огледалото има големина $P = 5$ cm), да се скицира положбата на сликата на носот која ја прави огледалото како и да се определи нејзината големина.



Слика 3

Решение:

Преку равенката на сферно огледало, за растојанието на сликата од огледалото се добива:

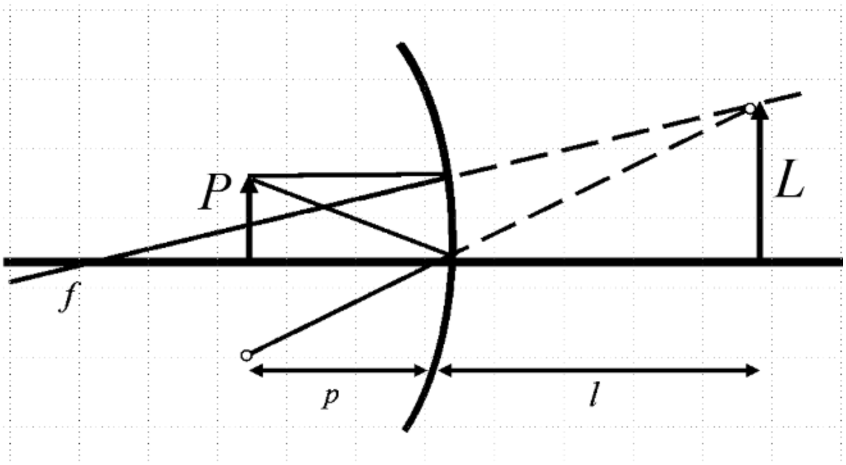
$$\begin{aligned} \frac{1}{p}+\frac{1}{l}&=\frac{2}{R}, \\ \frac{1}{l}&=\frac{2}{R}-\frac{1}{p}, \\ l&=-50 \text{ cm}. \end{aligned} \tag{3}$$

Негативниот знак укажува дека ликот е имагинарен. Преку равенката за зголемување на сферно огледало, може да се добие и големината на ликот:

$$\frac{l}{p}=\frac{L}{P},$$

$$L = 2P = 10 \text{ cm}.$$

Скицата од добивањето на ликот е претставена на Слика 4.



Слика 4

Забелешка: За точно и јасно цртање на графикот се доделуваат 12 поени. За секоја неозначена величина на графикот (растојание, лик, предмет) се одзема по 1 поен, а за секој погрешно нацртан зрак се одземаат по 2 поена. За запишување на равенката на сферно огледало, се доделуваат 4 поени, а за наоѓање на растојанието и големината на ликот се доделуваат 4 поени. За секоја незапишана мерна единица се одзема 1 поен. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат по 2 поена.

Задача 3. На дното на базен со длабочина од 1 метар, полн со вода, се наоѓа точкаст светлосен извор кој емитира светлина во сите правци кон површината.
а) Дали сите зраци емитирани од светлосниот извор ја напуштаат површината на базенот? Одговорот да се образложи.
б) Одредете го обликот на делот од водата, низ којшто може да излегуваат светлинските зраци. Да се определат димензиите на овој дел.
Индексот на прекршување на воздухот е $n_0 = 1$, а пак на водата изнесува $n = 1,33$.

Решение:

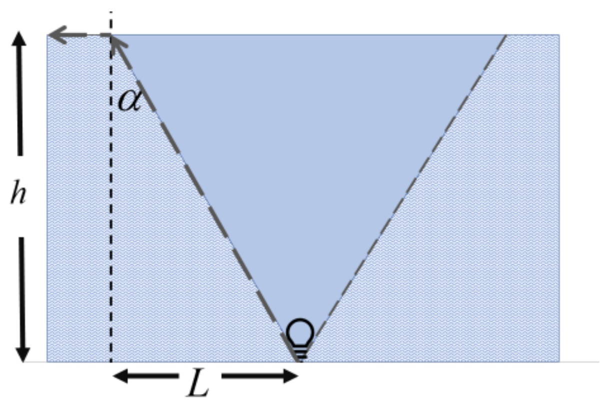
а) Бидејќи изворот на светлина емитира зраци во сите правци, тие ќе наидуваат на површината на водата под разни агли. За доволно големи вредности на аголот, зракот претрпува тотална рефлексија и не ја напушта водата.
Критичниот агол е

$$\begin{aligned} n\sin\alpha &= n_0 \sin(90^\circ) \\ \sin(\alpha) &= \frac{1}{n}, \\ \alpha &= 48,75^\circ. \end{aligned} \tag{4}$$

За агли поголеми од α, зраците не излегуваат надвор од водата.
б) За да се определат димензиите на делот од водата низ кој што поминуваат зраците кои излегуваат од површината, преку аголот се добива:

$$\begin{aligned} tg\alpha &= \frac{L}{h}, \\ L &= 1,14 \text{ m}. \end{aligned} \tag{5}$$

Делот кој што ги содржи овие зраци во 3 димензии е конус со радиус на основата $L = 1,14$ m и висина $h = 1$ m.



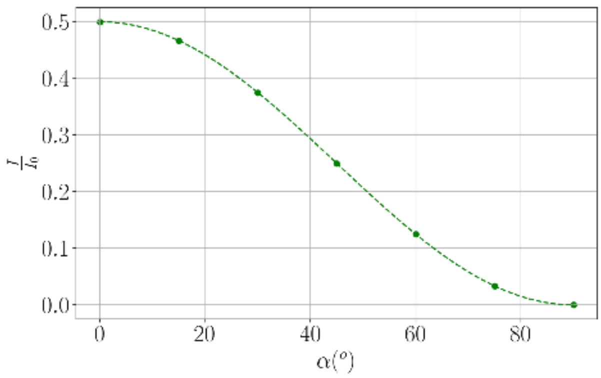
Слика 5

Забелешка: Двата дела носат по 10 поени. За секоја незапишана мерна единица се одзема 1 поен. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат по 2 поена.

Задача 4. Неполаризирана светлина поминува низ два поларизатора, коишто може да ротираат еден во однос на друг. На графикот на Слика 6 е прикажана зависноста на односот на интензитетите на излезната и упадната светлина, соодветно, од аголот помеѓу оските на поларизација на двата поларизатора.

а) Објаснете зошто, за агол помеѓу оските 0°, за односот на интензитетите важи $\frac{I}{I_0} = 0,5$;

б) Ако интензитетот на упадната светлина изнесува $I_0 = 50\,\mathrm{W/m^2}$, пресметајте го интензитетот на излезниот сноп поларизирана светлина за агол од 40°.



Слика 6

Решение:

а) Кога неполаризирана светлина упаѓа на поларизатор, излезниот интензитет е половина од упадниот, односно

$$I_1 = \frac{I_0}{2}. \tag{6}$$

По поминувањето на поларизираната светлина низ вториот поларизатор, интензитетот ќе биде еднаков на:

$$\begin{aligned} I =& I_1 \cos^2(\alpha); \\ I =& \frac{I_0}{2} \cos^2(0); \\ \frac{I}{I_0} =& 0,5. \end{aligned} \tag{7}$$

б) Излезниот интензитет за дадените вредности, може да се пресмета со користење на првата равенката од равенките 7 или пак со директно читање од графикот. Со отчитување на вредноста на $\frac{I}{I_0}$ од графикот, се добива:

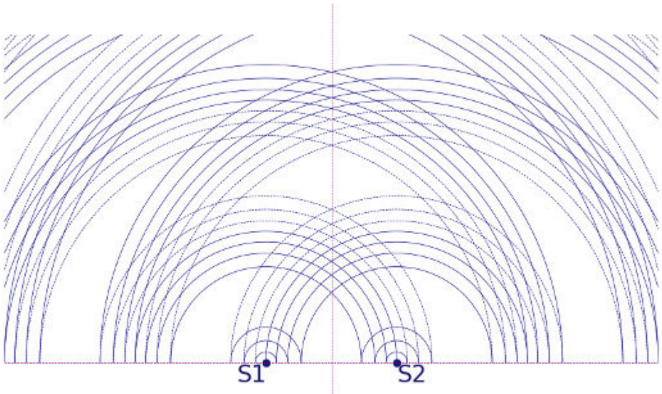
$$\frac{I}{I_0} \approx 0,3.$$

Заменувајќи ја вредноста за почетниот интензитет имаме

$$I \approx 15\ \mathrm{W/m^2}.$$

Забелешка: Двата дела носат по 10 поени. Во делот **а)**, за запишување на равенката за неполаризирана светлина се доделуваат 5 поени. За запишување на равенките (7), се доделуваат 5 поени. Во делот **б)** ист број на поени се доделуваат и за аналитички пресметана вредност, и за директно отчитување од графикот. За секоја незапишана мерна единица се одзема 1 поен.

Задача 5. Често е пожелно врановите кои се емитирани од радио-предавателите да имаат поголем интензитет во некој даден правец. За таа цел, се користат парови антени, кај коишто се применува појавата интерференција, за да се создаде посакуваната распределба на интензитетот (Слика 7). Како пример да разгледаме две антени кои можат да се сметаат за кохерентни извори. Тие се поставени на меѓусебно растојание $d = 400$ m и емитираат бранови со фреквенција 1500 kHz. Во кои правци, на растојанија многу поголеми од меѓусебното растојание на антените, интензитетот на емитираните бранови е најголем? Брзината на светлината изнесува $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.



Слика 7

Решение:

Антените можат да се сметаат за кохерентни извори и може да се набљудува интерферентна шема на растојанија многу поголеми од растојанието помеѓу антените.
Условот за положба на максимум при интерференција е даден со:

$$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d}, \tag{8}$$

Со m го обележавме редниот број на максимумот, а пак со $\lambda = \dfrac{c}{f} = 200$ m брановата должина на брановите. Со употреба на условот за максимуми, може да се најде највисокиот ред на максимуми на интерферентната шема, поставувајќи за $\sin\theta = 1$:

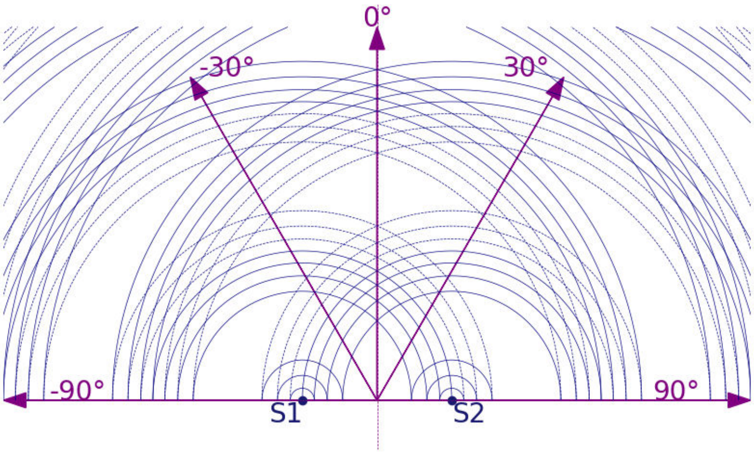
$$\begin{aligned} m_{\max} &= \frac{\sin\theta \cdot d}{\lambda}; \\ m_{\max} &= 2, \end{aligned} \tag{9}$$

што значи дека највисокиот максимум што може да се набљудува е од втор ред, односно $m = 0, \pm 1, \pm 2$. Конечно, за да се определат насоките во кои интензитетот е максимален, може да се замени $m = 0, \pm 1, \pm 2$ во равенката (8), со што се добиваат аглите:

$$\theta_0 = 0°;$$

$$\theta_1 = \pm 30°;$$

$$\theta_2 = \pm 90°.$$



Забелешка: Ако ученикот го запише точниот услов за максимум се доделуваат 6 поени. За наоѓање на брановата должина се доделуваат 2 поена. За секој пронајден агол од трите за кој што се набљудува максимум се доделуваат по 2 поена, а ако е најден условот за највисокиот ред на максимум се доделуваат преостанатите 6 поени. За секоја незапишана мерна единица се одзема 1 поен. За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат по 2 поена.