Geometrijska optika

- dio optike koji optičke pojave proučava na temelju ponašanja svjetlosne zrake kao pravca u Euklidskoj geometriji

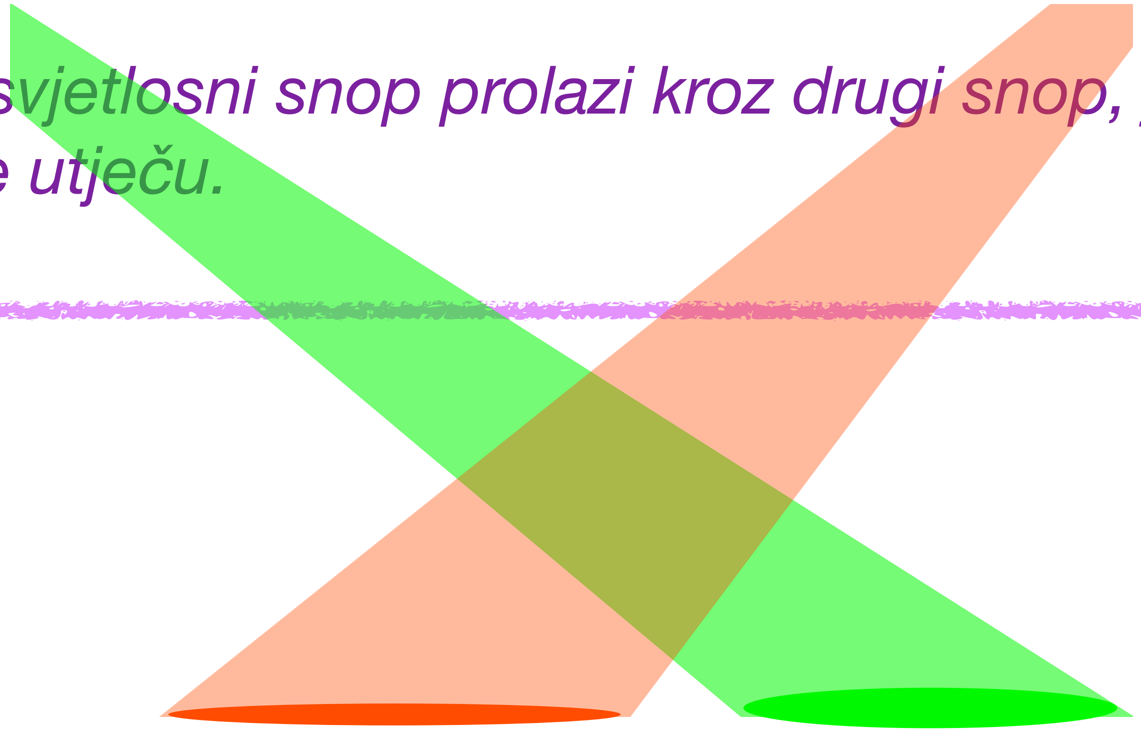
- ZAKONI GEOMETRIJSKE OPTIKE:

1. ZAKON PRAVOCRTNOG ŠIRENJA SVJETLOSTI

U homogenom sredstvu svjetlost se širi pravocrtno.

2. ZAKON NEZAVISNOSTI SNOPOVA SVJETLOSTI

Ako jedan svjetlosni snop prolazi kroz drugi snop, jedan na drugoga ne utječu.



Geometrijska optika

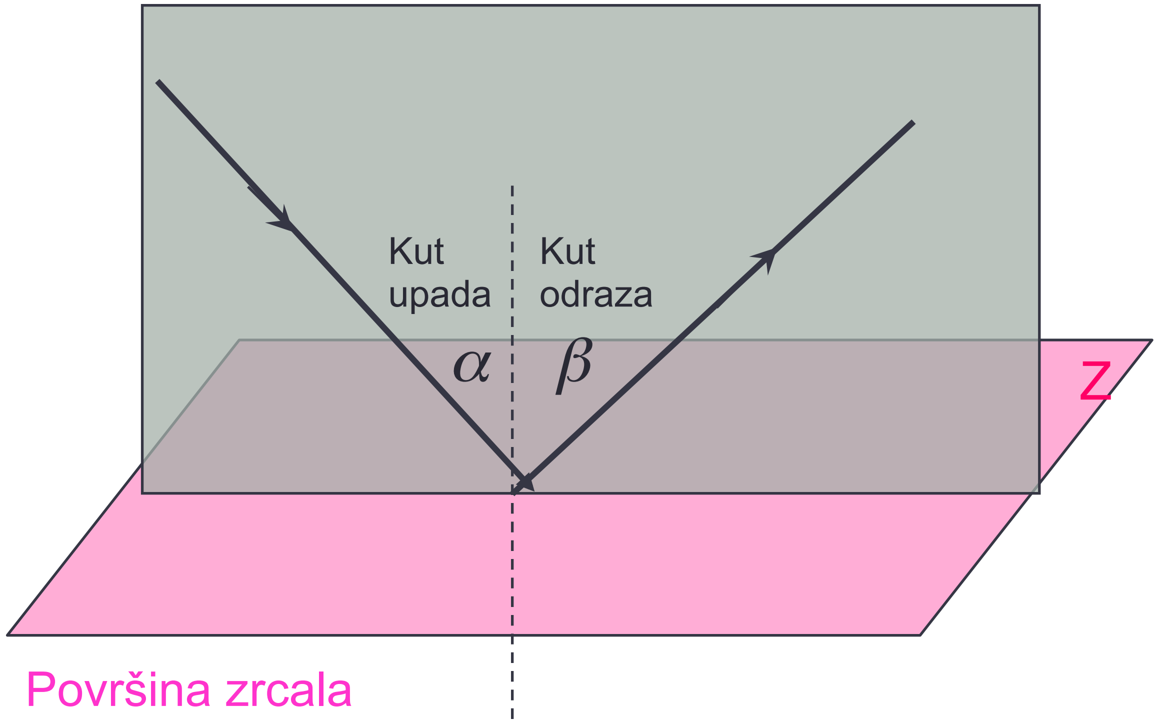
- dio optike koji optičke pojave proučava na temelju ponašanja svjetlosne zrake kao pravca u Euklidskoj geometriji

- ZAKONI GEOMETRIJSKE OPTIKE:

3. ZAKON REFLEKSIJE SVJETLOSTI

Kada se svjetlost reflektira na granici dvaju sredstava, upadna zraka, reflektirana zraka i okomica na granicu dvaju sredstava leže u istoj ravnini. Upadni kut zrake jednak je kutu reflektirane zrake.

Ravnina upadne i odbijene zrake



Površina zrcala

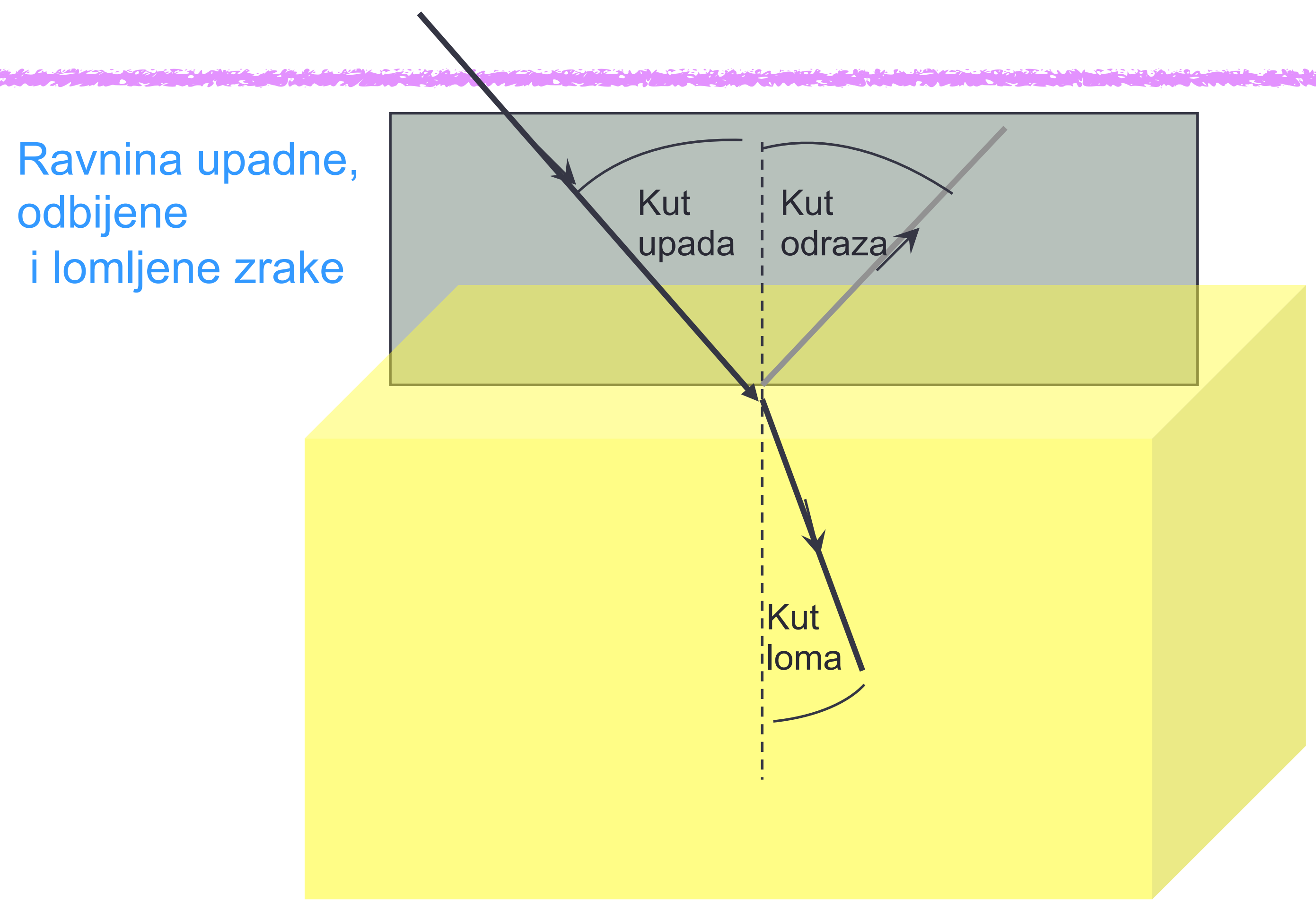
Geometrijska optika

- dio optike koji optičke pojave proučava na temelju ponašanja svjetlosne zrake kao pravca u Euklidskoj geometriji

- ZAKONI GEOMETRIJSKE OPTIKE:

4. ZAKON LOMA SVJETLOSTI

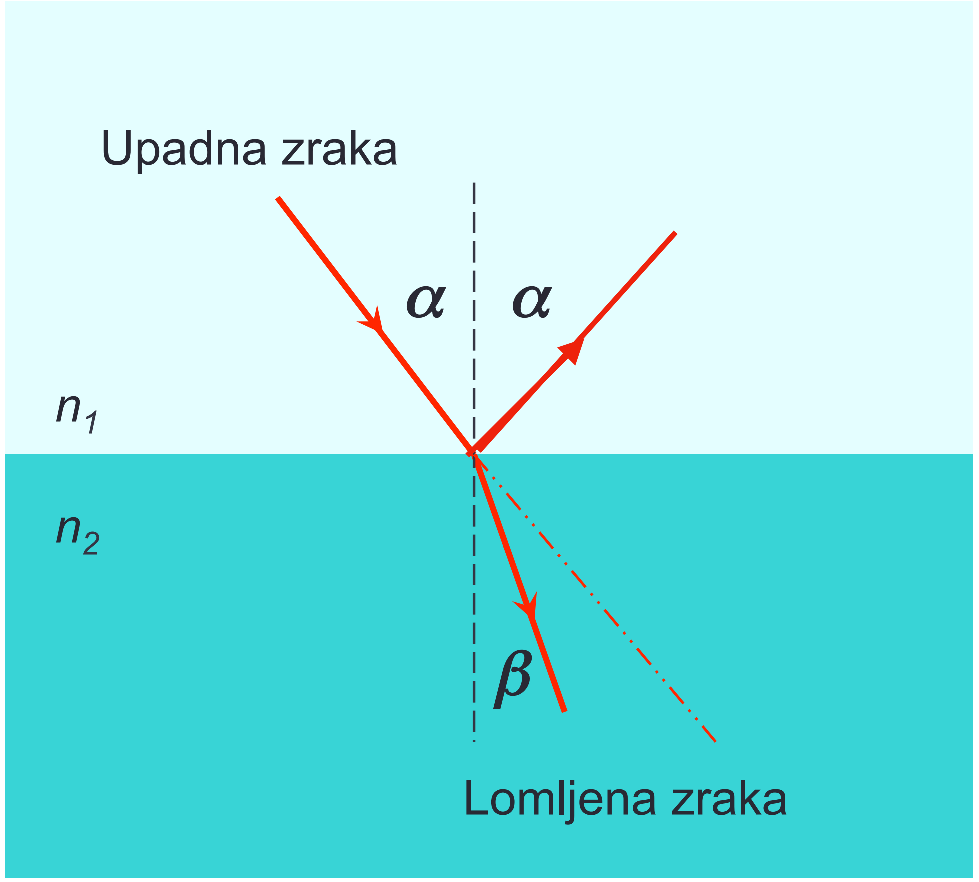
Ako svjetlost upada pod kutom na granicu prozirnog sredstva, ona se djelomično odbija i djelomično lomi. Upadna, odbijena i lomljena zraka leže u istoj ravnini okomitoj na granicu sredstva.



Geometrijska optika

- dio optike koji optičke pojave proučava na temelju ponašanja svjetlosne zrake kao pravca u Euklidskoj geometriji

4. ZAKON LOMA SVJETLOSTI
Ako svjetlost upada pod kutom na granicu prozirnog sredstva, ona se djelomično odbija i djelomično lomi. Upadna, odbijena i lomljena zraka leže u istoj ravnini okomitoj na granicu sredstva.



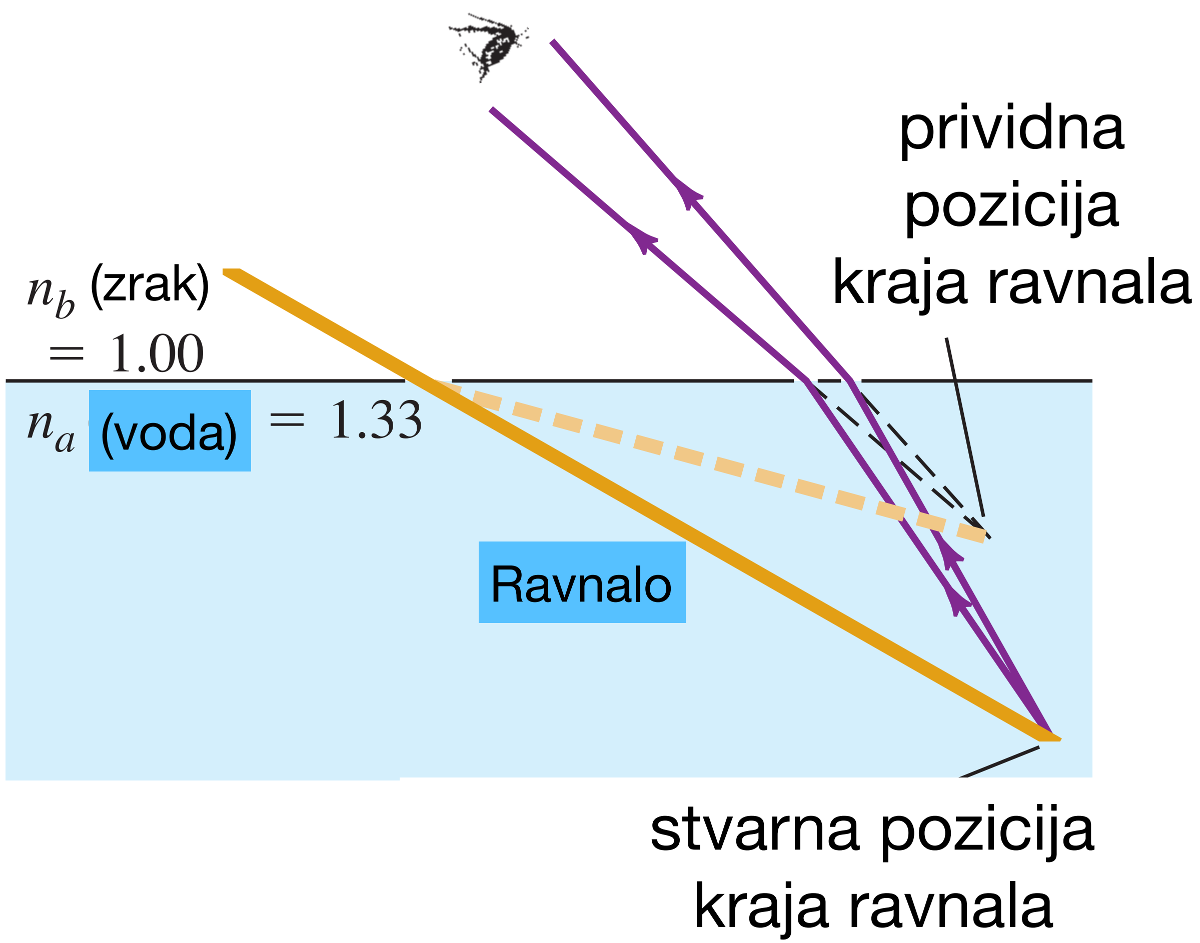
Snellov zakon:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

n_2 optički gušće sredstvo
n_1 optički rjeđe sredstvo

- dio optike koji optičke pojave proučava na temelju ponašanja svjetlosne zrake kao pravca u Euklidskoj geometriji

4. ZAKON LOMA SVJETLOSTI
Ako svjetlost upada pod kutom na granicu prozirnog sredstva, ona se djelomično odbija i djelomično lomi. Upadna, odbijena i lomljena zraka leže u istoj ravnini okomitoj na granicu sredstva.



Young & Freedman University Physics

FERMATOV PRINCIP

- Zašto zraka svjetlosti slijedi put propisan zakonima geometrijske optike?

FERMATOV PRINCIP
Put svjetlosti među bilo kojim dvjema točkama je uvijek onaj put za koji svjetlosti treba najkraće vrijeme.

$$t_{AB} = \int_A^B \frac{n\,d\ell}{c}$$

vrijeme potrebno zraci svjetlosti da u sredstvu u kojem se giba brzinom v=c/n prijeđe udaljenost AB

$$\delta t_{AB} = 0 \qquad \text{tj.} \qquad \delta \int_A^B \frac{n\,d\ell}{c} = 0.$$

Geometrijska duljina puta: $\int_A^B d\ell = \ell_{AB}$

Optički put: $L = n \cdot \ell_{AB}$

FERMATOV PRINCIP

- Zašto zraka svjetlosti slijedi put propisan zakonima geometrijske optike?

FERMATOV PRINCIP
Put svjetlosti među bilo kojim dvjema točkama je uvijek onaj put za koji svjetlosti treba najkraće vrijeme.

Posljedice:

1. U homogenom sredstvu (indeks loma n je konstantan) svjetlost se širi po pravcima, jer je najmanja udaljenost od A do B pravac položen točkama A i B

2. Ako se svjetlost giba na jedan način od A do B, onda se na isti način giba od B do A.

FERMATOV PRINCIP I REFLEKSIJA SVJETLOSTI

- Iznad uglačane povrsine (npr. ravnog zrcala) nalazi se izvor svjetlosti A na udaljenosti *a*. Iz izvora želimo poslati zraku svjetlosti u točku B koja se nalazi na udaljenosti *b* od zrcala, tako da se ona prvo reflektira na zrcalu u točki C. Projekcije A i B na zrcalu razmaknute su za *d*. Položaj točke C želimo odrediti ne znajući zakon loma svjetlosti, već na osnovi Fermatovog principa najmanjeg vremena

- Vrijeme potrebno zraci da dođe od A, preko C do B:

$$t_{AB} = \int_A^B \frac{n\, d\ell}{c} = \frac{n}{c}(\overline{AC} + \overline{CB})$$

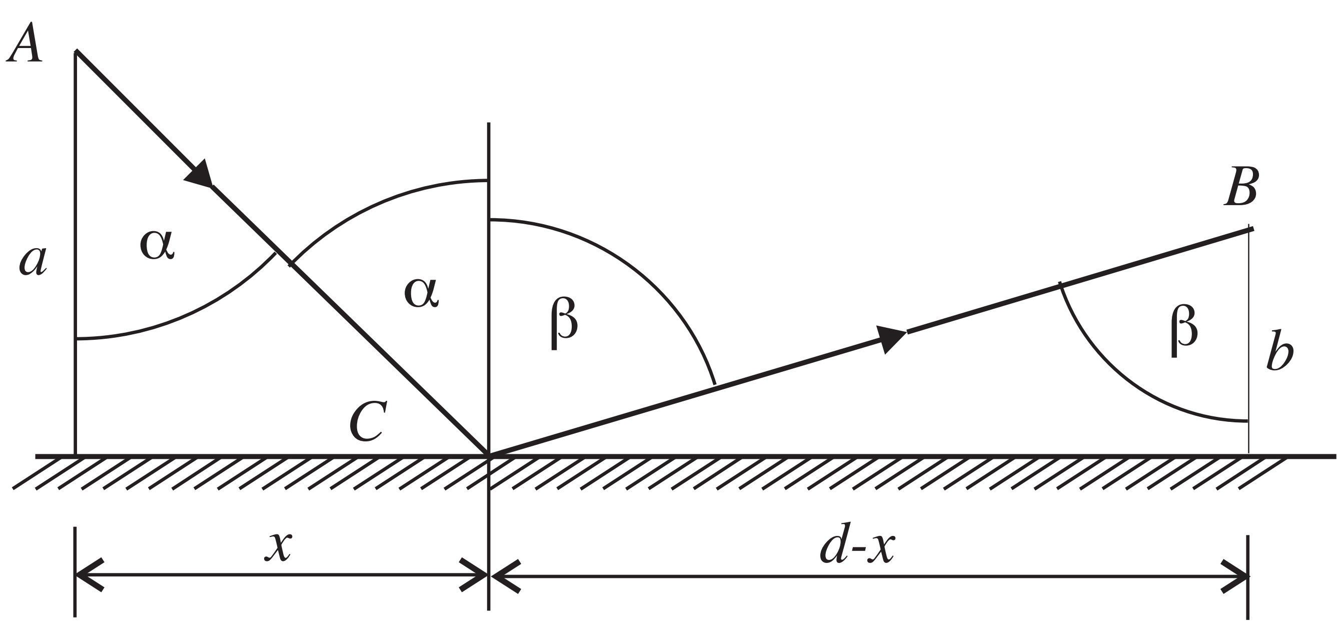
$$= \frac{n}{c}\left[\sqrt{x^2+a^2} + \sqrt{b^2+(d-x)^2}\right]$$

$$\delta t_{AB} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dx}\left\{\frac{n}{c}\left[\sqrt{x^2+a^2} + \sqrt{b^2+(d-x)^2}\right]\right\} = 0$$

$$\frac{n}{c}\left[\frac{2x}{2\sqrt{x^2+a^2}} + \frac{2(d-x)\cdot(-1)}{2\sqrt{b^2+(d-x)^2}}\right] = 0$$

ili

$$\frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}} = \frac{(d-x)}{\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$$



$$\sin\alpha = \sin\beta \qquad \text{tj.} \qquad \boxed{\alpha = \beta}$$

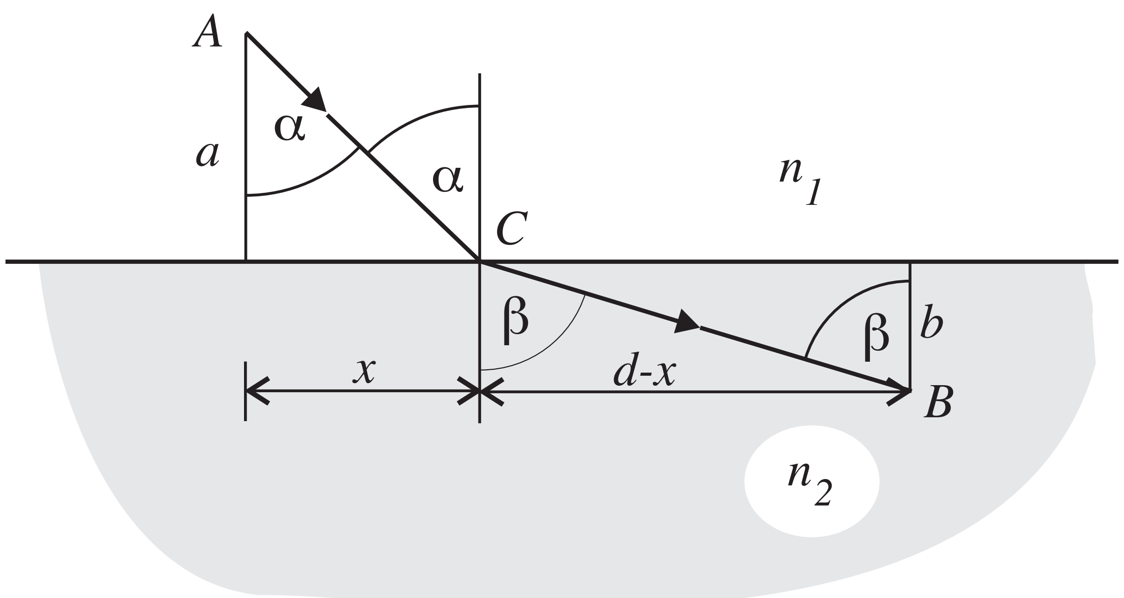
Horvat: Fizika II

FERMATOV PRINCIP I LOM SVJETLOSTI

- Ako svjetlost prelazi iz sredstva ineksa loma n_1 u sredstvo indeksa loma n_2, onda ona prema Fermatovu principu izabire takvu točku C na granici sredstava, da joj za put A → B → C treba najmanje vremena

$$t_{AB} = t_{AC} + t_{CB} = \frac{\overline{AC}}{v_1} + \frac{\overline{CB}}{v_2}$$
$$= \frac{1}{v_1}\sqrt{a^2+x^2} + \frac{1}{v_2}\sqrt{b^2+(d-x)^2}.$$

$$\frac{dt_{AB}}{dx} = 0 = \frac{1}{v_1}\frac{2x}{2\sqrt{a^2+x^2}} + \frac{1}{v_2}\frac{2(d-x)(-1)}{2\sqrt{b^2+(d-x)^2}}$$



$$\sin\alpha = x/\sqrt{a^2+x^2} \text{ i } \sin\beta = (d-x)/\sqrt{b^2+(d-x)^2}.$$

$$\frac{1}{v_1}\sin\alpha = \frac{1}{v_2}\sin\beta$$

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

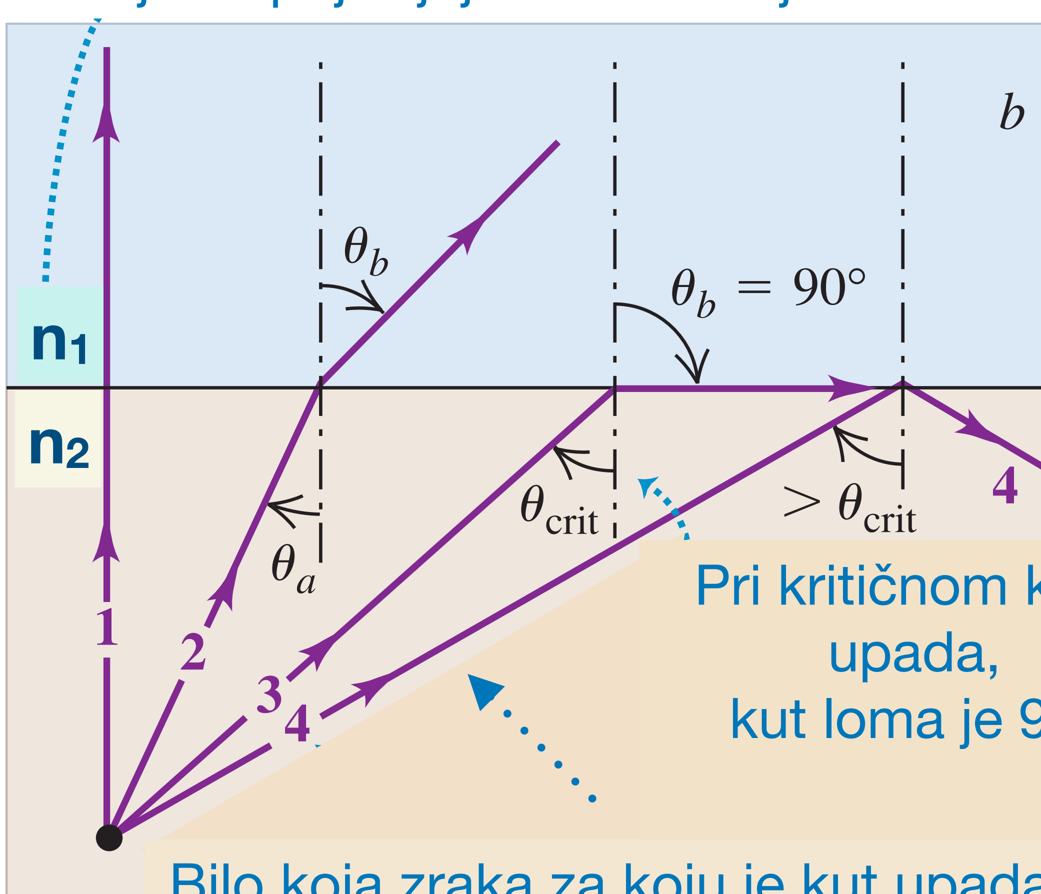
Horvat: Fizika II

TOTALNA REFLEKSIJA

- zraka izlazi iz opticki gušćeg sredstva pod različitim kutevima u optički rjeđe sredstvo
- za jedan određeni kut (**granični kut**) zraka svjetlosti će se potpuno reflektirati, tj. bez dijela svjetlosti koji se lomi i prelazi u rjeđe sredstvo (kut loma = $90^0 = \Theta_b$)

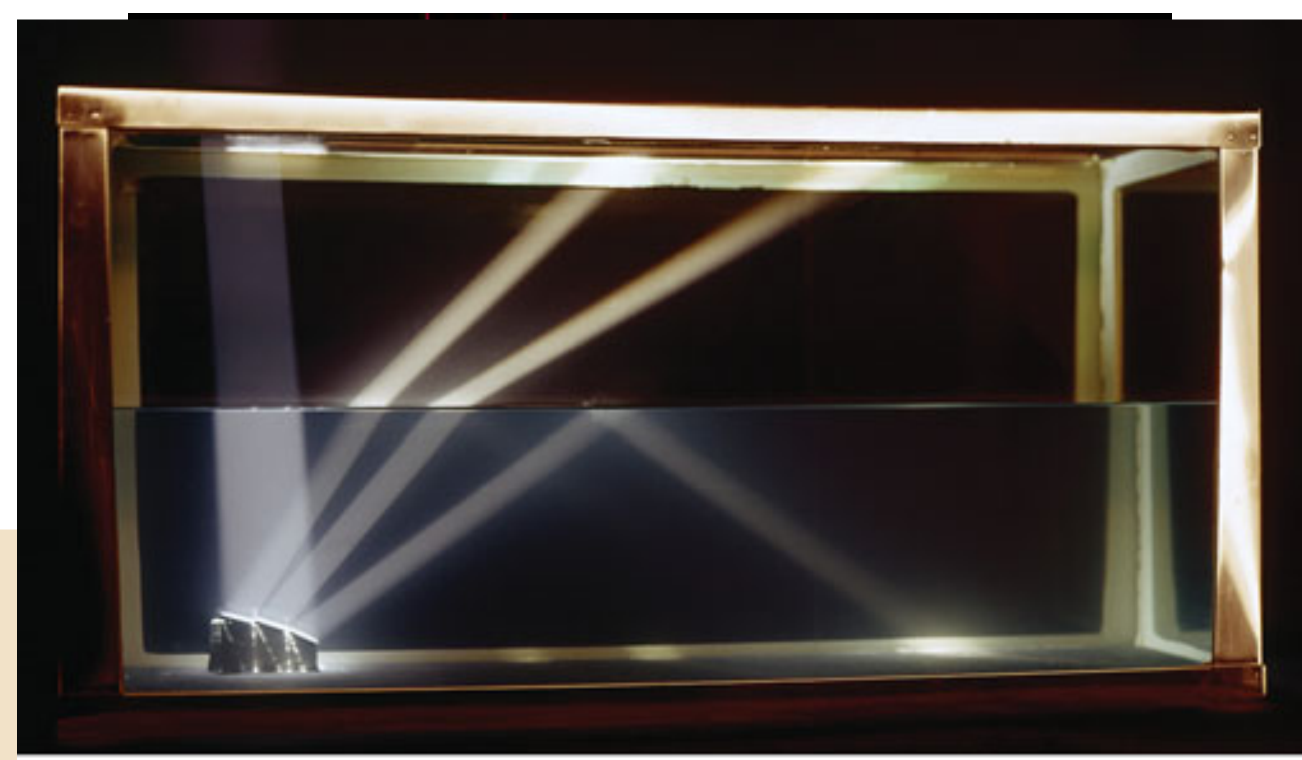
$$\sin \Theta_{crit} / \sin 90^0 = n_1 / n_2 \quad \Rightarrow \quad \Theta_{crit} = \arcsin (n_1 / n_2) \qquad (n_2 > n_1)$$

Totalna refleksija se pojavljuje samo ako je $\mathbf{n_1 < n_2}$



Pri kritičnom kutu upada, kut loma je 90°

Bilo koja zraka za koju je kut upada veći od kritičnog kuta upada, pokazuje totalnu refleksiju



Ken Kay/Fundamental Photographs

Young & Freedman University Physics

Fizikalna optika

- svjetlost opisujemo valom
- “odbacujemo” prvi zakon geometrijske optike (zakon pravocrtnog širenja svjetlosti) i kao posljedicu toga postojanje čiste geometrijske sjene
- dimenzije objekata na koje svjetlost nailazi su usporedive sa valnom duljinom svjetlosti

Interferencija svjetlosti

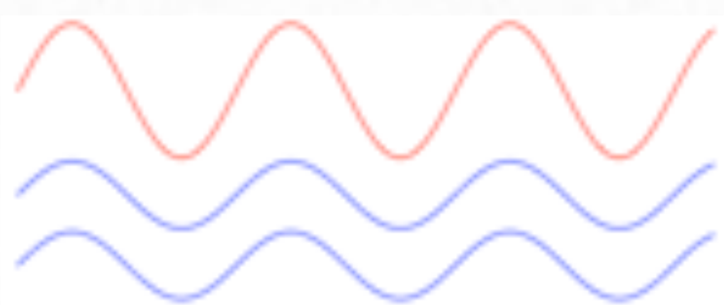
- nastaje kada se dva vala istovremeno nađu u istoj točki prostora

KONSTRUKTIVNA INTERFERENCIJA: pojačanje valova

DESTRUKTIVNA INTERFERENCIJA: poništavanje valova

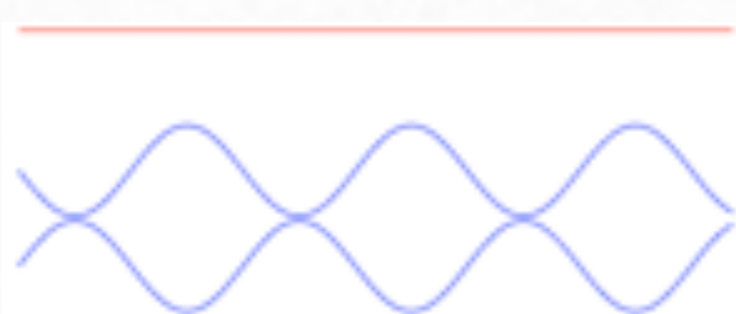
- da bi došlo do ovih pojava, trebamo imati **koherentne izvore.**

Koherentni izvor svjetlosti: razlika faza dvaju istih valova (iste frekvencije i amplitude) je nepromijenjiva u vremenu



Konstruktivna interferencija

$A = A_1 + A_2$

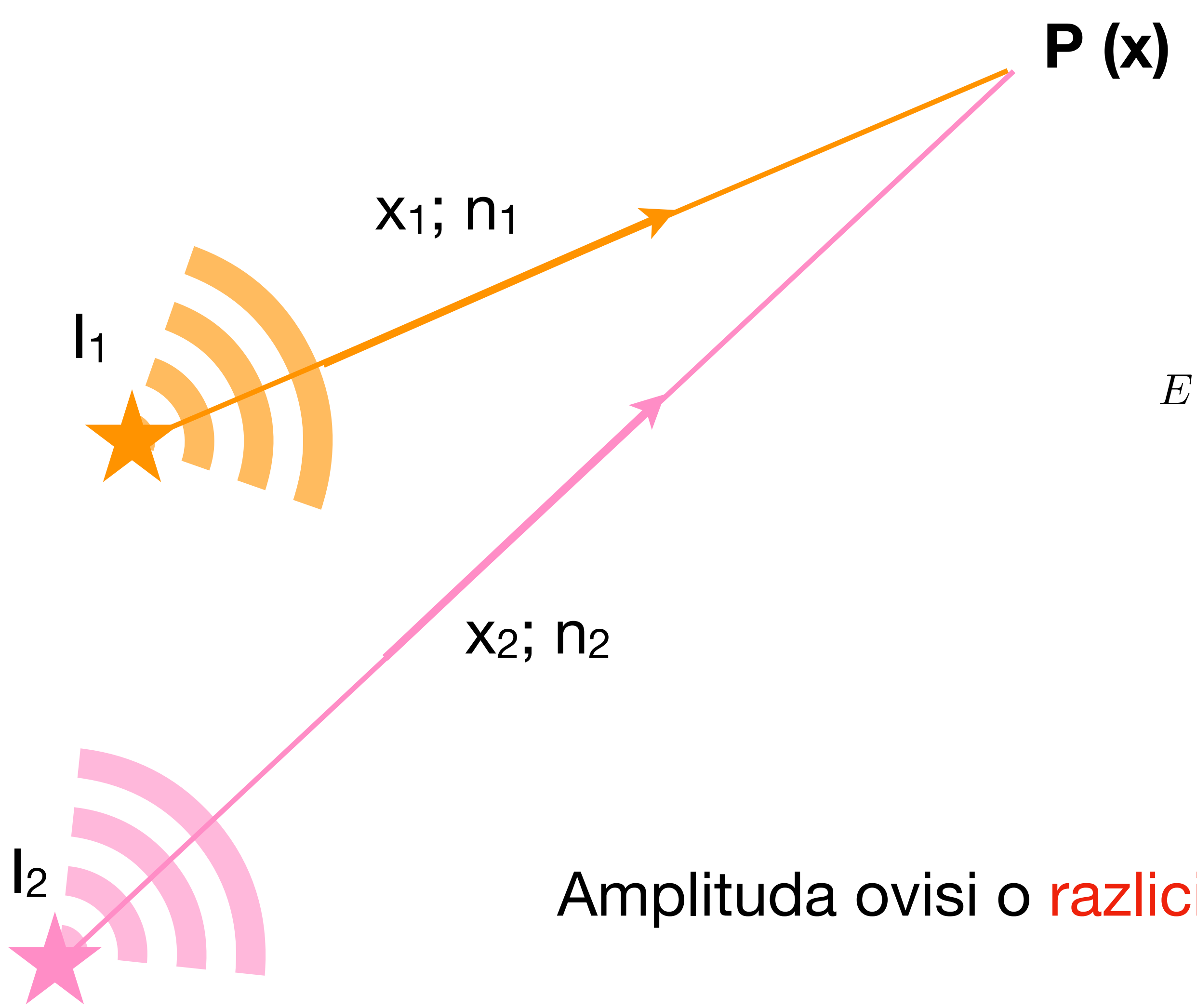


Destruktivna interferencija

$A = 0$

Interferencija svjetlosti

- u točku prostora P u nekom trenutku t_0 (istovremeno) dolaze dva vala, **E_1(t_0, x_1) i E_2(t_0, x_2)**
- ova dva vala se u točki P superponiraju:



$$
\begin{aligned}
E_1(t_0,x_1) &= E_0\cos(\omega t_0 - k_1x_1) = E_0\cos[\omega(t_0-\frac{k_1}{\omega}x_1)]\\
&= E_0\cos[\omega(t_0-\frac{1}{\lambda_1\nu}x_1)] = E_0\cos[\omega(t_0-\frac{x_1}{v_1})]\\
&= E_0\cos[\omega(t_0-\frac{n_1x_1}{c})].
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
E(t_0,x) &= \vec{E}_1(t_0,x_1)+\vec{E}_2(t_0,x_2)\\
&= E_0\cos[\omega(t_0-\frac{n_1x_1}{c})] + E_0\cos[\omega(t_0-\frac{n_2x_2}{c})]\\
&= \left\{2E_0\cos\left[\frac{\omega}{2c}(n_1x_1-n_2x_2)\right]\right\}\cdot\cos[\omega t_0-\frac{\omega}{2c}(n_1x_1+n_2x_2)].
\end{aligned}
$$

amplituda rezultantnog vala

Amplituda ovisi o razlici faza: $\Delta\phi = \frac{\omega}{c}(n_1x_1-n_2x_2) = \frac{2\pi}{\lambda}(n_1x_1-n_2x_2) = \frac{2\pi}{\lambda}\delta.$

Optička razlika hoda: $\delta = n_1x_1 - n_2x_2 = L_1 - L_2$

Ako oba vala prolaze istim sredstvom: $\delta = n(x_1-x_2) = n\cdot\Delta$

Interferencija svjetlosti

- u točku prostora P u nekom trenutku t_0 (istovremeno) dolaze dva vala, **E_1(** t_0, x_1 **) i E_2(** t_0, x_2 **)**
- ova dva vala se u točki P superponiraju:

Amplituda rezultantnog vala:

$$E_{0/\mathrm{rez}} = \left\{ 2E_0 \cos\left[\frac{\omega}{2c}(n_1 x_1 - n_2 x_2)\right]\right\} = 2E_0 \cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$$

Ako razlika faza ne ovisi o vremenu, onda su izvori valova *koherentni.*

Intenzitet općenitog vala ovisi o kvadratu amplitude vala.

$$\cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = \begin{cases} \pm 1, & \text{kada je intenzitet } I \text{ maksimalan} \\ 0, & \text{kada je intenzitet } I \text{ minimalan} \end{cases}$$

Interferencija svjetlosti

Maksimalni intenzitet:

$$\cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = \pm 1 \quad \text{kada je} \quad \frac{\Delta\phi}{2} = m \cdot \pi \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\lambda}\delta_{\text{maks}} = m \cdot \pi, \quad \text{tj.} \quad \boxed{\delta_{\text{maks}} = m \cdot \lambda.}$$

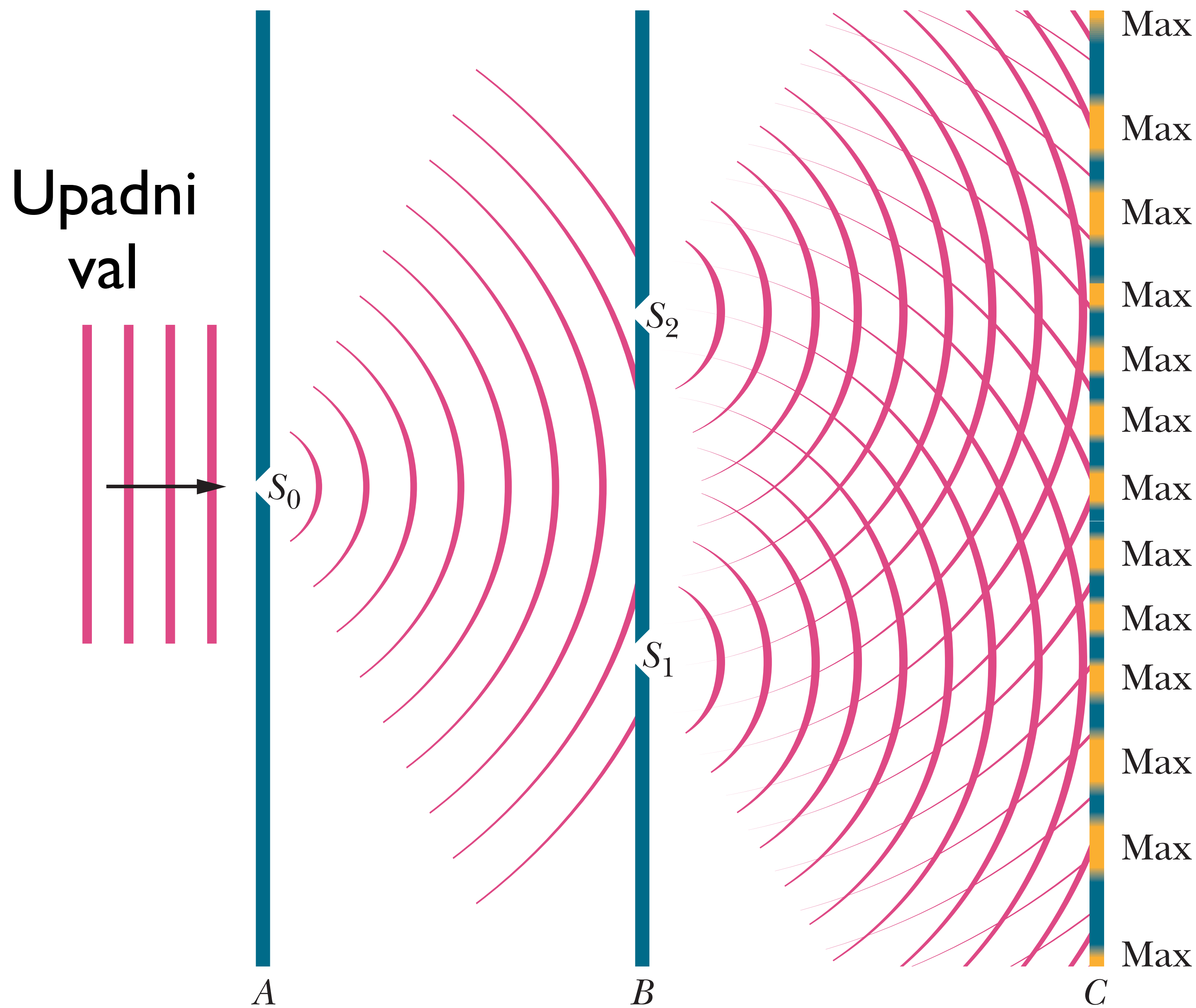
Minimalni intenzitet:

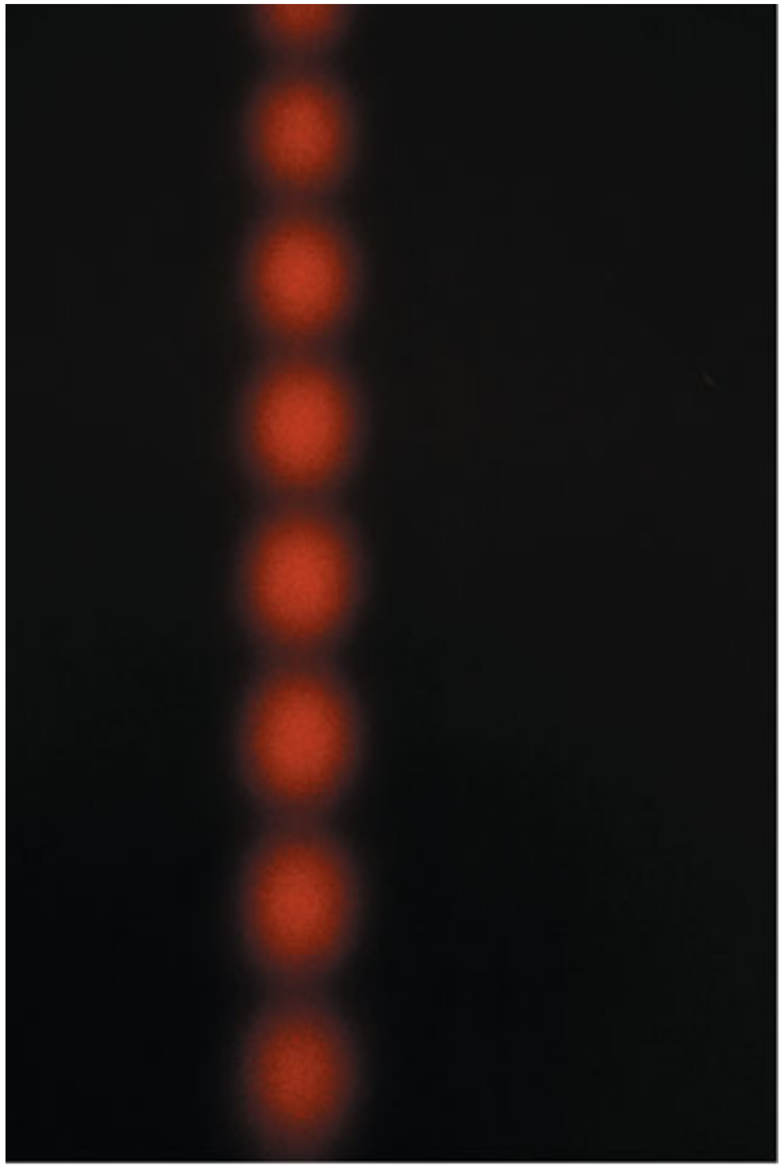
$$\cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = 0 \quad \text{kada je} \quad \frac{\Delta\phi}{2} = (2m+1) \cdot \frac{\pi}{2} \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\lambda}\delta_{\text{min}} = (2m+1) \cdot \frac{\pi}{2}, \quad \text{tj.} \quad \boxed{\delta_{\text{min}} = (2m+1) \cdot \frac{\lambda}{2}.}$$

Youngov pokus

- 1801 Young je eksperimentalno pokazao da je svjetlost val, tako da je demonstrirao interferenciju valova svjetlosti
- upadna monokromatska svjetlost pada na pukotinu So, koja djeluje kao točkasti izvor svjetlosti koji emitira polukružne valne fronte. Svjetlost stiže na idući zastor na kojem se ponovno dešava difrakcija i dobivamo dva izvora svjetlosti. Svjetlost iz izvora S_1 i S_2 interferira





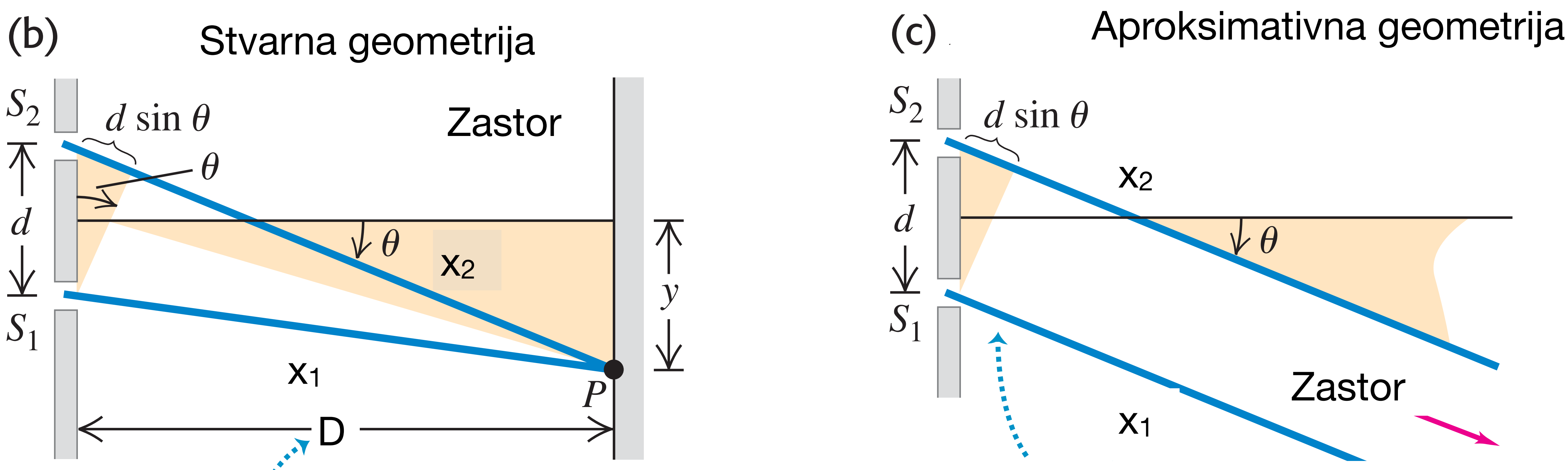
Courtesy Jearl Walker

Halliday Resnick Walker: Fundamentals of Physics

Youngov pokus

- Dvije pukotine su koherentni izvori svjetlosti jer su valovi nastali u njima postali od valova s identičnih valnih fronti koje dolaze od jednog izvora!

- Zastor je obično udaljen nekoliko metara od pukotina
- Razmak između pukotina d ~ 10^{-4} m



U realnoj situaciji, udaljenost D do zastora je puno veća od udaljenosti d između pukotina…

..tako da možemo smatrati zrake kao da su paralelne i u tom slučaju je razlika puteva zraka = d sin θ

Young & Freedman University Physics

Rezultantni val u točki P:

$$E_P = \left\{ 2E_0 \cos \left[\frac{\omega}{2c}(n_1 x_1 - n_2 x_2) \right] \right\} \cdot \cos[\omega t_0 - \frac{\omega}{2c}(n_1 x_1 + n_2 x_2)]$$

$$n_1 \;=\; n_2 \;\simeq\; 1$$

$$\delta = n \cdot |x_1 - x_2| = \Delta$$

$$\Delta = d \sin\theta$$

Maksimum će biti u točki P ako je zadovoljeno: $d \sin\theta_m = m \cdot \lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$

Minimum: $d \sin\theta_m = (2m+1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$

Koji uvjet će biti ispunjen, ovisi o položaju (koordinati y) točke P:

$$\mathrm{tg}\,\theta = \frac{y}{D}, \quad \text{a budući da je } \theta \text{ vrlo malen, vrijedi}$$

$$\mathrm{tg}\,\theta \simeq \sin\theta \simeq \theta \quad \text{tj.}$$

$$\frac{\Delta}{d} \simeq \frac{y}{D}.$$

Položaji maksimuma i minimuma:

$$
\begin{aligned}
y_{\text{maks}} &= 0, \quad \pm 1\frac{\lambda D}{d}, \quad \pm 2\frac{\lambda D}{d}, \quad \pm 3\frac{\lambda D}{d}, \ldots \\
&= m \cdot \frac{\lambda D}{d}, \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
y_{\text{min}} &= \ \pm 1\frac{\lambda D}{2d}, \quad \pm 3\frac{\lambda D}{2d}, \quad \pm 5\frac{\lambda D}{2d}, \ldots \\
&= (2m+1) \cdot \frac{\lambda D}{2d}, \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)
\end{aligned}
$$

Razmak maksimuma jednak je:

$$\Delta y_{\text{maks}} = \frac{\lambda D}{d}$$

Intenzitet kod Youngovog pokusa:

- jedinica za intenzitet je $J/m^2/s = W/m^2$

- za račun intenziteta zanima nas srednja vrijednost kvadrata elongacije. Srednja vrijednost sinusa ili kosinusa na kvadrat je jednaka 1/2

$$I \propto (E_{0/\mathrm{rez}})^2 \quad \text{ili} \quad I = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}}(2E_0)^2 \left[\cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)\right]^2$$

$$= I_0 \cos^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) = I_0 \cos^2\left(\frac{1}{2}\frac{2\pi}{\lambda}\delta\right)$$

$$= I_0 \cos^2\left[\frac{\pi}{\lambda}(n_1 x_1 - n_2 x_2)\right] = I_0 \cos^2\left(\frac{\pi}{\lambda}\Delta\right)$$

$$= I_0 \cos^2\left(\frac{\pi}{\lambda} d \sin\theta\right)$$

Youngov pokus

- Dvije pukotine su koherentni izvori svjetlosti jer su valovi nastali u njima postali od valova s identičnih valnih fronti koje dolaze od jednog izvora!

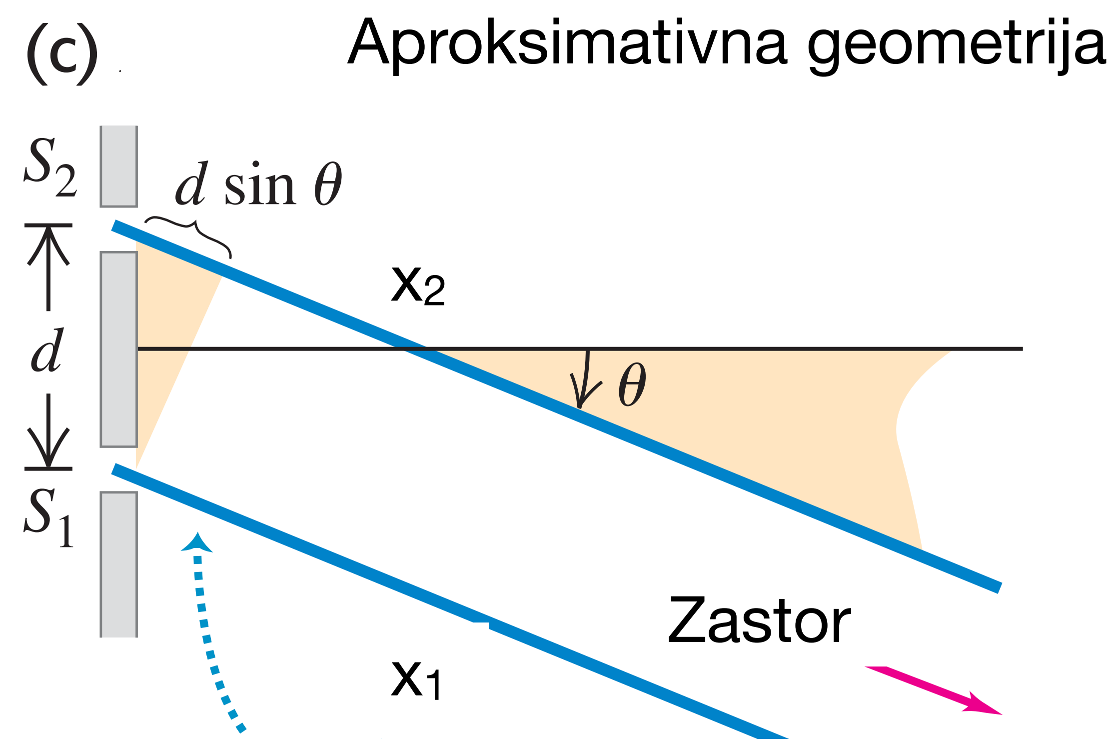
- Zastor je obično udaljen nekoliko metara od pukotina
- Razmak između pukotina d ~ 10^{-4} m

Konstruktivna interferencija:

$$d \sin\theta = m\lambda \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

Destruktivna interferencija:

$$d \sin\theta = \left(m + \tfrac{1}{2}\right)\lambda \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$



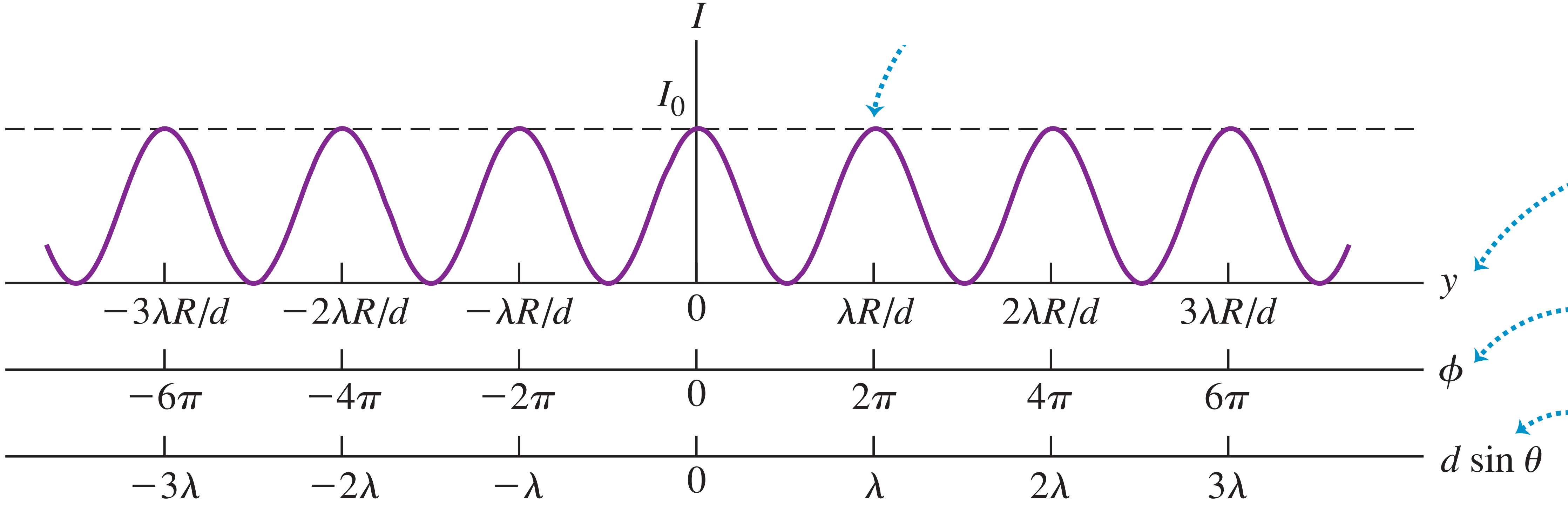
..tako da možemo smatrati zrake kao da su paralelne i u tom slučaju je razlika puteva zraka = d sin θ

Young & Freedman University Physics

Intenzitet kod Youngovog pokusa

http://vsg.quasihome.com/interfer.htm

Maksimumi intenziteta pojavljuju se na mjestima gdje je ϕ produkt cijelog broja 2π, a (d sin θ) je produkt cijelog broja λ



udaljenost od centra

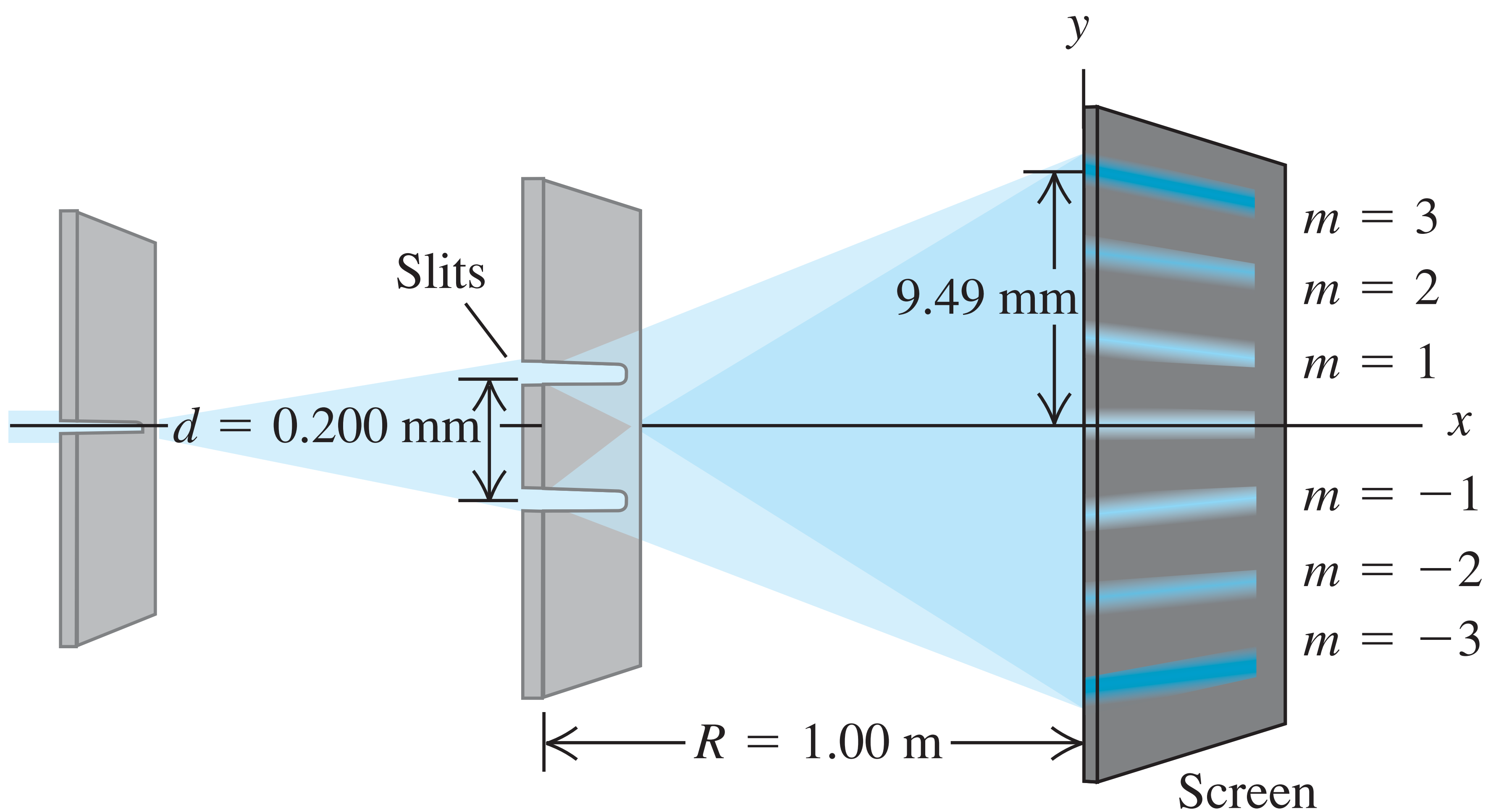
razlika faza

razlika puteva u svakoj točki na zastoru

R = D

Zadatak

Na slici je prikazan eksperiment sa dvije pukotine koje su razmaknute za 0.2mm. Zastor je na udaljenosti 1m od pukotina. Udaljenost maksimuma intenziteta koji odgovara m=3 je 9.49 mm od centralnog maksimuma. Odredi valnu duljinu svjetlosti.



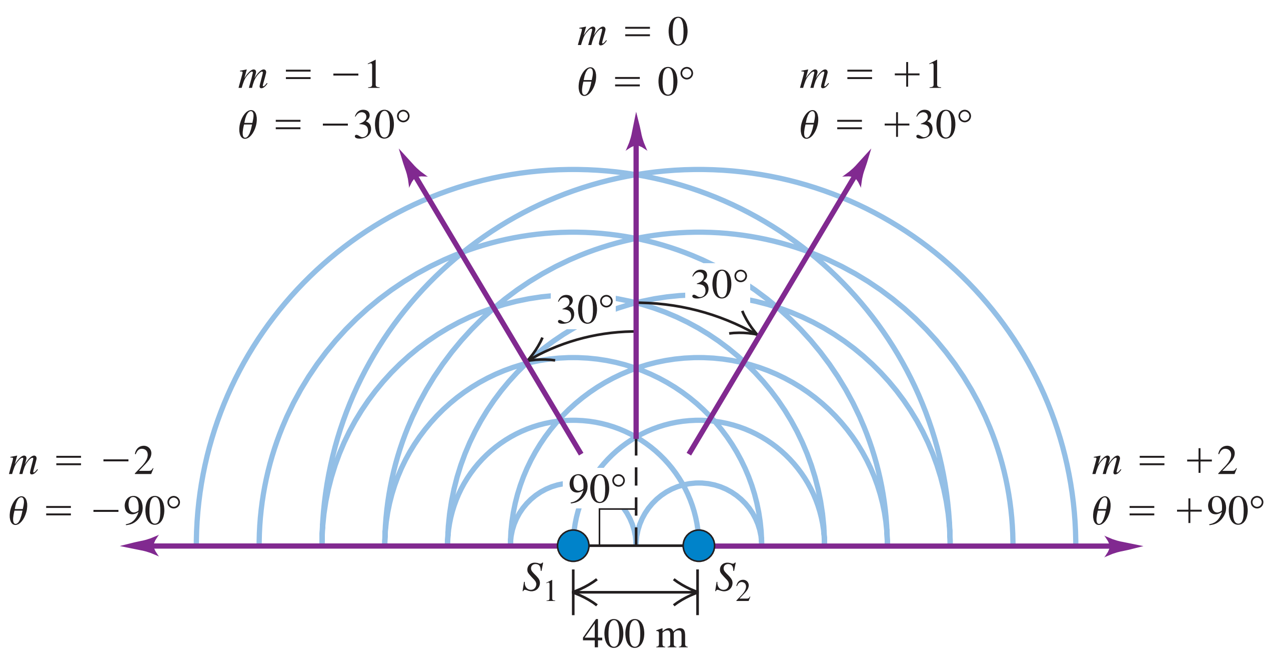
$$\lambda = \frac{y_m d}{mR} = \frac{(9.49 \times 10^{-3}\ \mathrm{m})(0.200 \times 10^{-3}\ \mathrm{m})}{(3)(1.00\ \mathrm{m})}$$

$$= 633 \times 10^{-9}\ \mathrm{m} = 633\ \mathrm{nm}$$

Young & Freedman University Physics

Zadatak

Poželjno je da radio odašiljač emitira većinu energije u određenom smjeru umjesto uniformno u svim smjerovima. Često se koriste parovi antena da bi stvorili željeni oblik zračenja. Razmotrite 2 identične antene na udaljenosti 400 m, koje rade pri 1500 kHz i osciliraju u fazi. Na udaljenostima puno većim od 400 m, u kojim smjerovima je intenzitet od dvije antene najveći?



$$\lambda = c/f = 200 \text{ m}$$

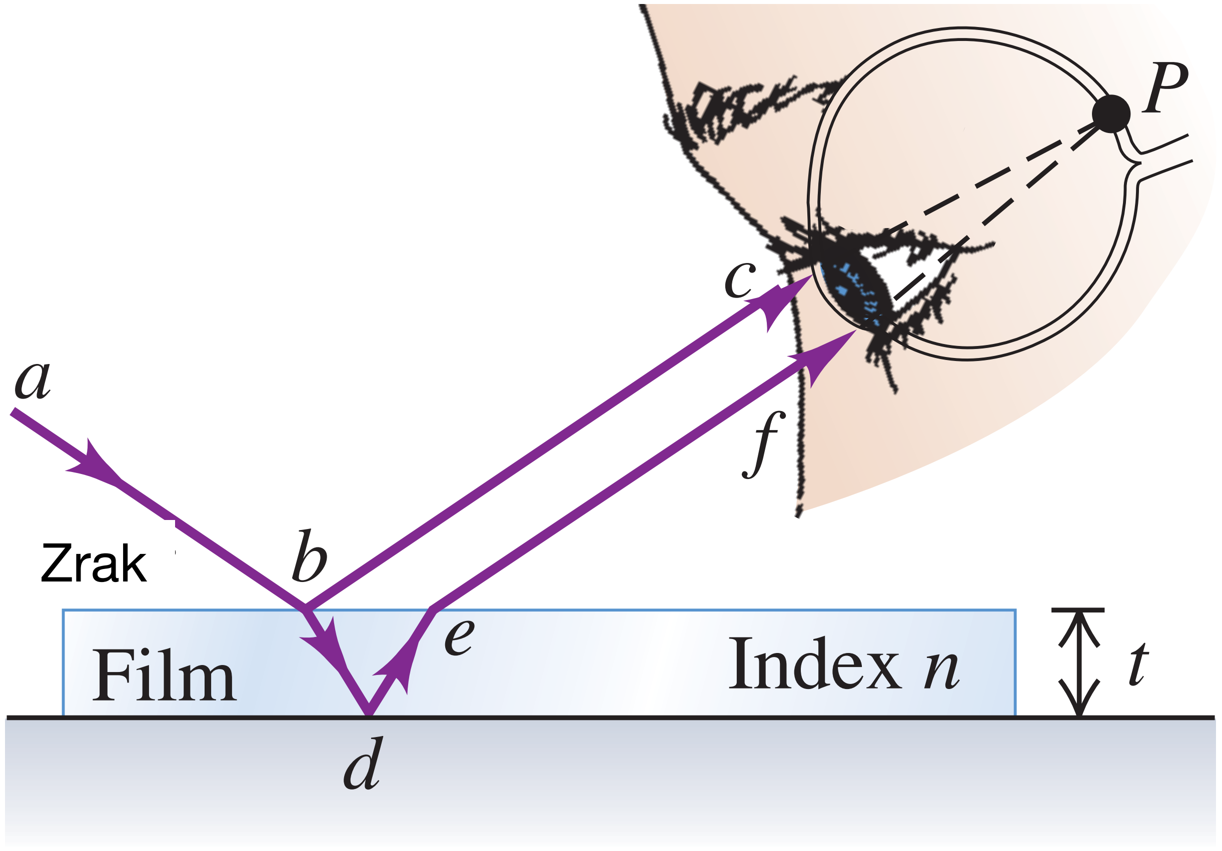
$$\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} = \frac{m(200 \text{ m})}{400 \text{ m}} = \frac{m}{2} \qquad \theta = 0, \pm 30°, \pm 90°$$

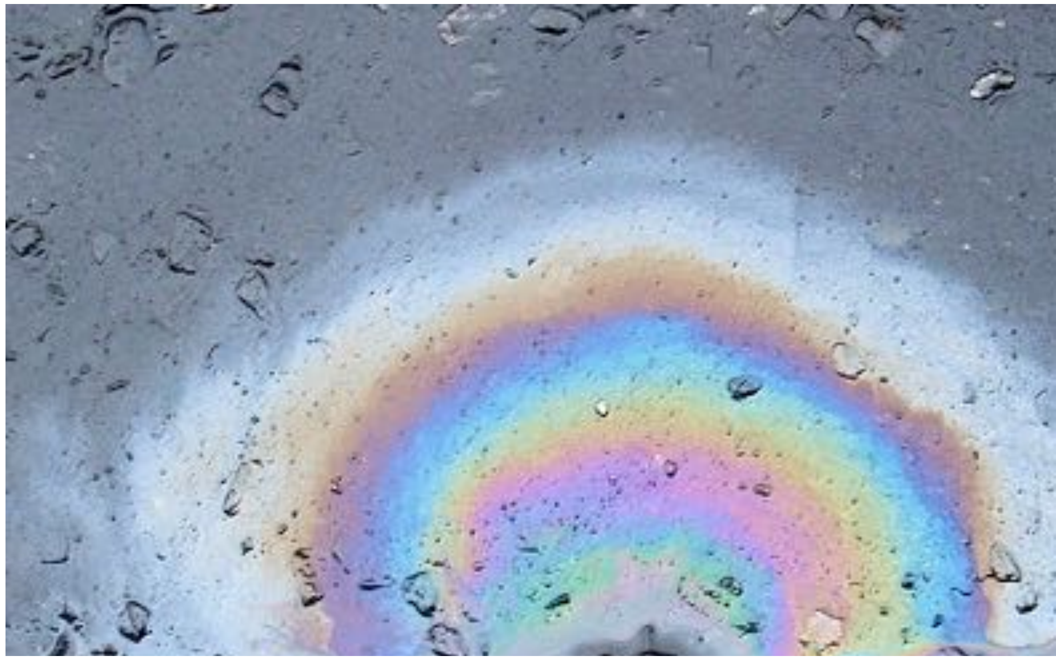
Young & Freedman University Physics

Interferencija na tankim filmovima

- valovi su reflektirani sa prednje i sa stražnje površine tankih filmova
- konstruktivna interferencija reflektiranih valova pojavljuje se na različitim mjestima za različite valne duljine

Neke od boja interferiraju konstruktivno, a neke destruktivno, stvarajući obojena područja



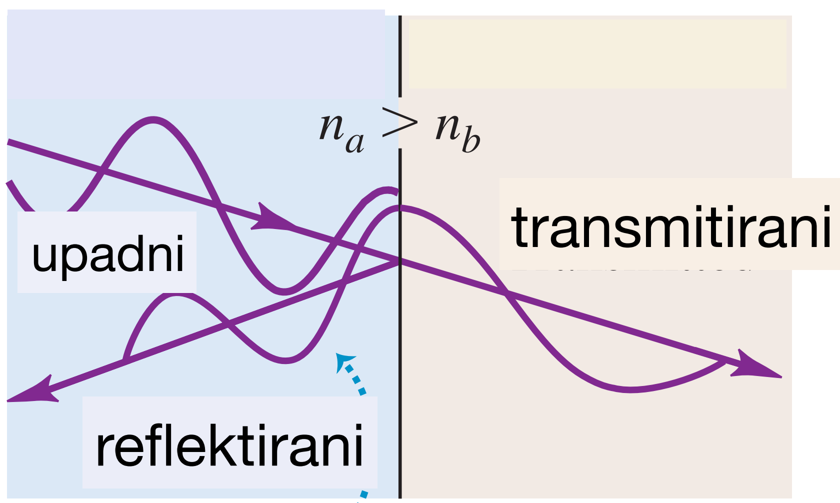


Young & Freedman University Physics

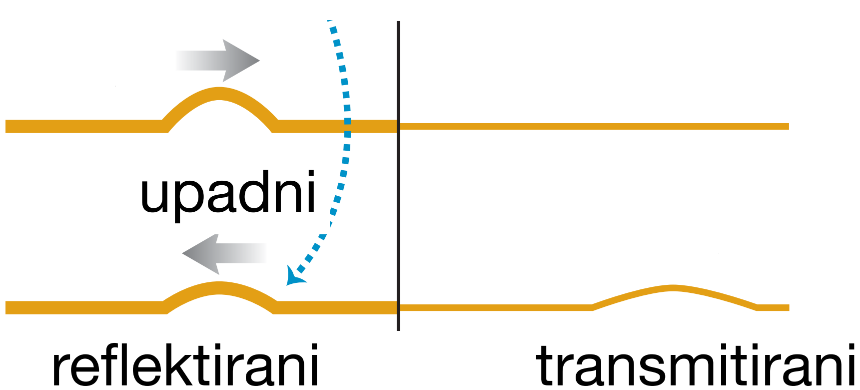
Interferencija na tankim filmovima

- usporedba EM valova koji se propagiraju kroz optičke materijale i mehaničkih valova na užetu:

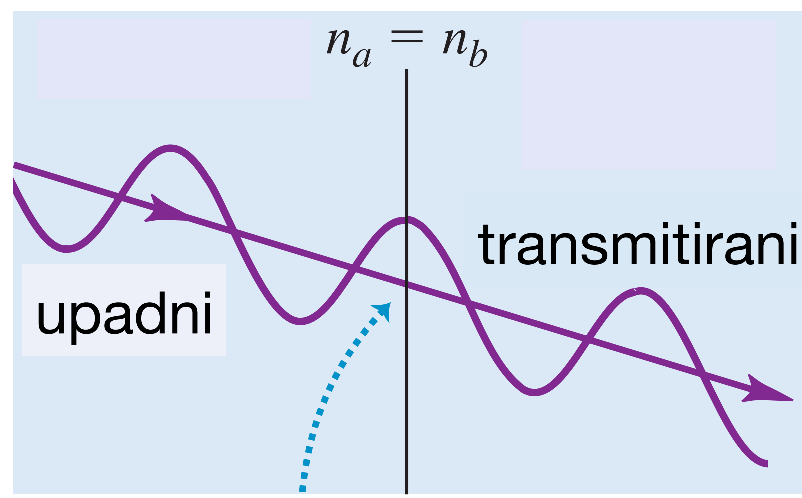
(a) Ako se transmitirani val giba *brže* od upadnog vala:



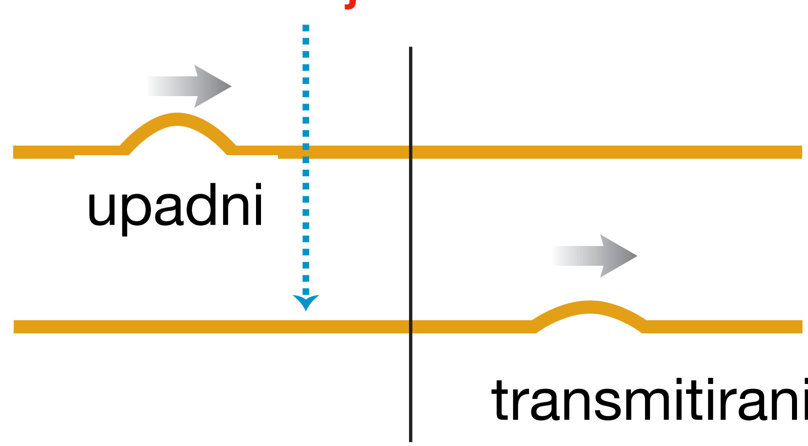
reflektirani val nema promjene u fazi



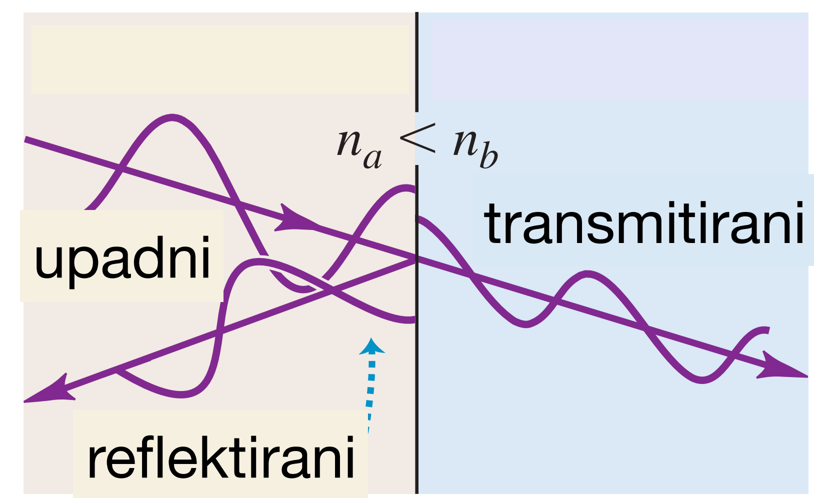
(b) Ako transmitirani i upadni val imaju *iste* brzine:



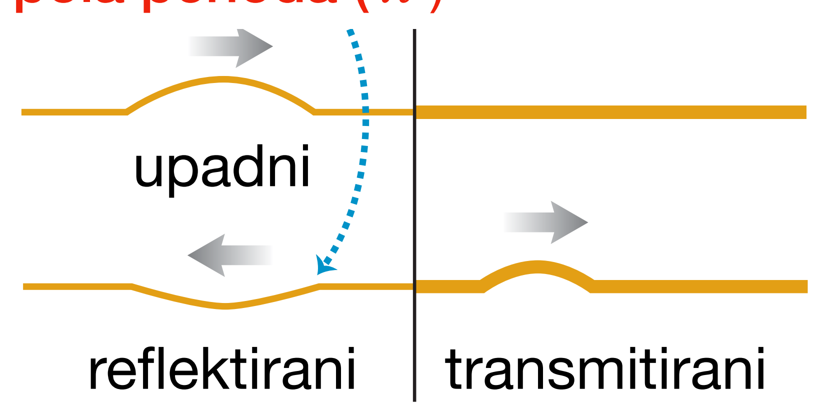
nema refleksije



(c) Ako se transmitirani val giba *sporije* od upadnog vala:

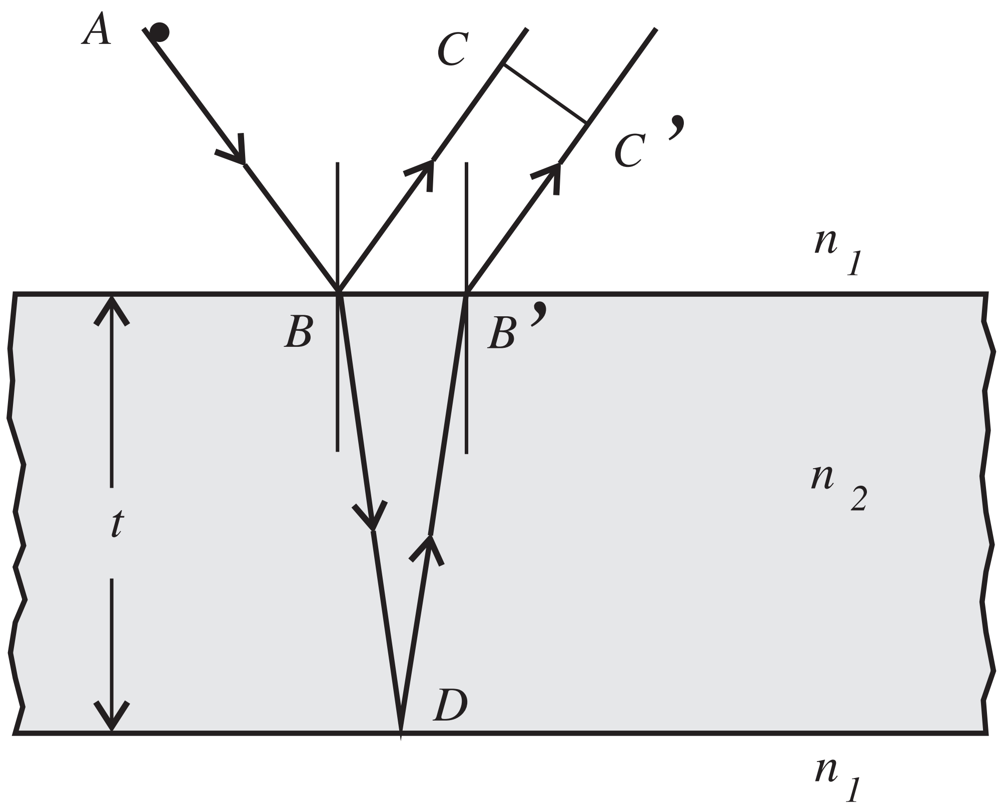


reflektirani val mijenja fazu za pola perioda (π)



Young & Freedman University Physics

Interferencija na tankim filmovima



$$\overline{BD} = \overline{DB'} = t$$

$$\overline{BC} \simeq \overline{B'C'}$$

Monokromatska svjetlost iz sredstva loma n_1 pada gotovo okomito na tanki sloj materijala indeksa loma n_2 ($n_2 > n_1$) i debljine *t.*
Zraka 1 prijeđe optički put od A do C:

$$L_1 = n_1 \cdot \overline{AB} + n_1 \cdot \overline{BC}$$

Optički put druge zrake je:

$$L_2 = n_1 \cdot \overline{AB} + n_2 \cdot \overline{BD} + n_2 \cdot \overline{DB'} + n_1 \cdot \overline{B'C'}$$

Faza prvog vala (π dolazi zbog refleksije zrake 1 u točki B, odnosno na optički gušćem sredstvu):

$$\phi_1 = \omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(n_1 \cdot \overline{AB} + n_1 \cdot \overline{BC}) + \pi$$

Faza drugog vala:

$$\phi_2 = \omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(n_1 \cdot \overline{AB} + n_2 \cdot 2t + n_1 \cdot \overline{B'C'})$$

Horvat: Fizika II

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = -\left(\frac{2\pi}{\lambda} n_2 \cdot 2t + \pi\right)$$

$$E_{0/\mathrm{rez}} = \left\{2E_0 \cos\left[\frac{\omega}{2c}(n_1 x_1 - n_2 x_2)\right]\right\} = 2E_0 \cos\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right)$$

Maksimume imamo kada je $\Delta\phi/2$ = mπ: $\frac{1}{2}\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot n_2 \cdot 2t + \pi\right) = m\pi, \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$

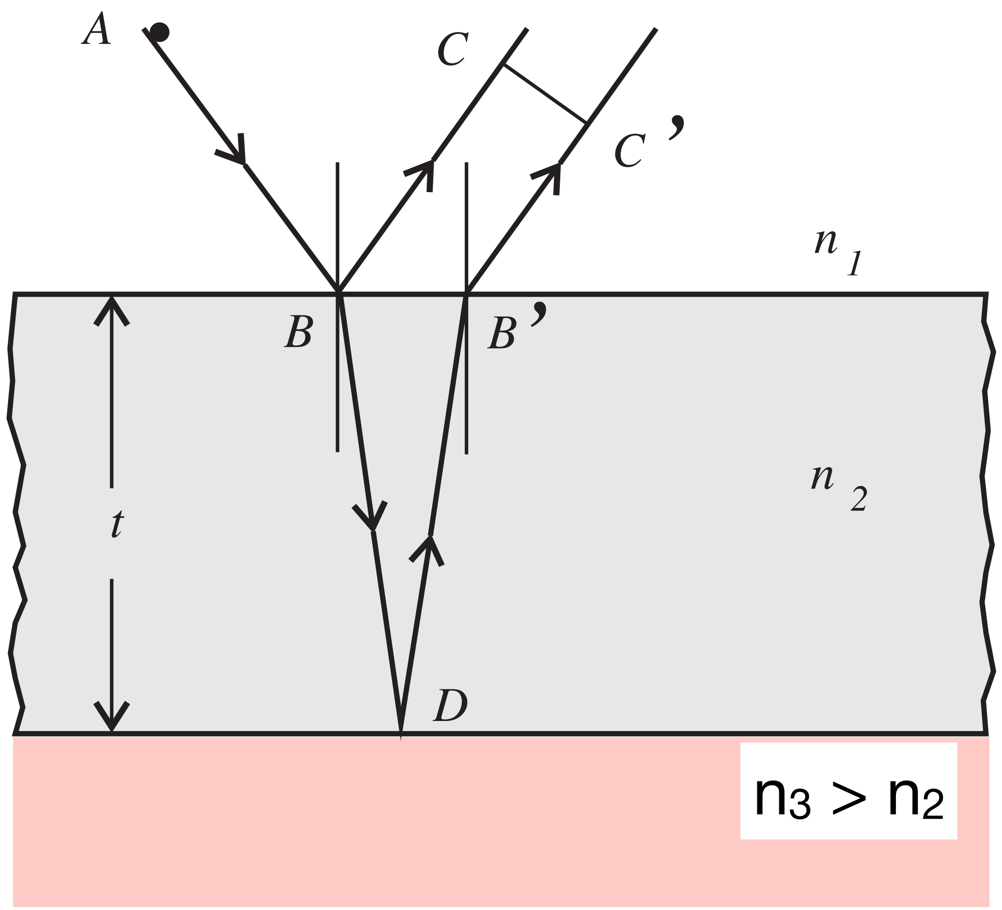
$$t_{\mathrm{maks.}} = \frac{2m-1}{2n_2} \cdot \frac{\lambda}{2},$$

Minimume imamo kada je $\Delta\phi/2$ = (2m +1) $\pi/2$:

$$t_{\mathrm{min.}} = \frac{m}{2n_2} \cdot \lambda$$

⇒ ovisno o debljini sloja, pojedine će se valne duljine poništavati, a pojedine pojačavati

Interferencija na tankim filmovima



U ovom slučaju dolazi do promjene faze za π na granicama oba sredstva!

$$\phi_1 = \omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(n_1 \cdot \overline{AB} + n_1 \cdot \overline{BC}) + \pi$$

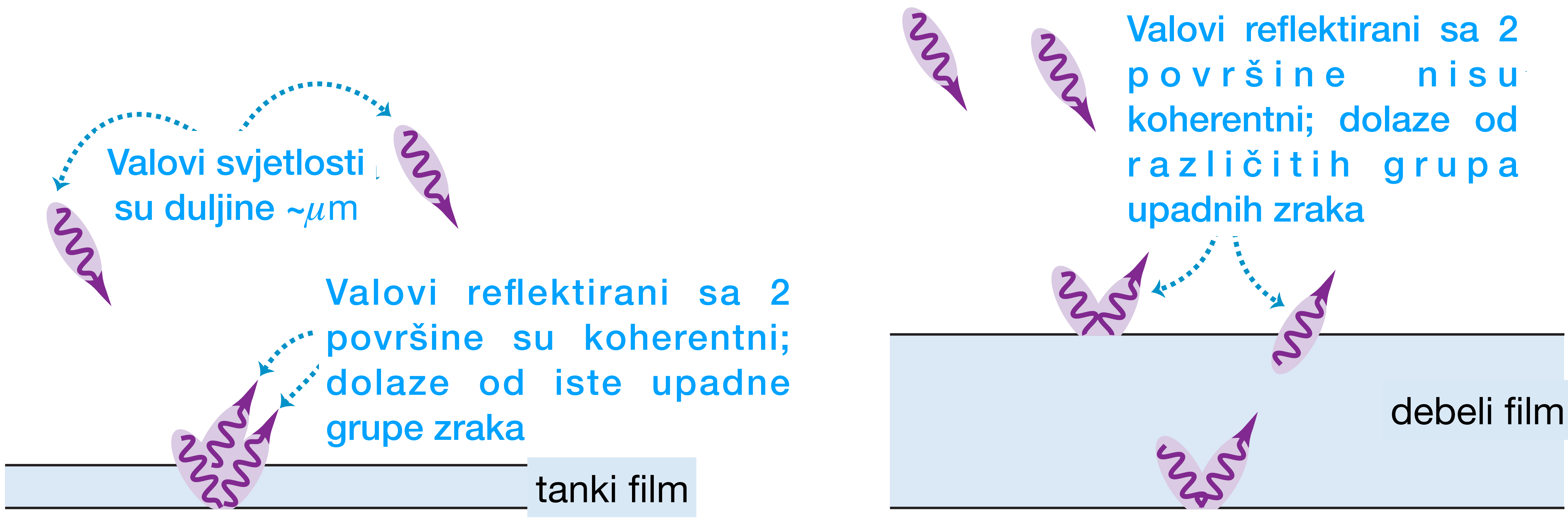
$$\phi_2 = \omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(n_1 \cdot \overline{AB} + n_2 \cdot 2t + n_1 \cdot \overline{B'C'}) + \pi$$

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = -\frac{2\pi}{\lambda} n_2 \cdot 2t$$

Maksimume imamo kada je $\Delta\phi/2$ = mπ: $t_{\mathrm{maks.}} = \frac{m}{2n_2} \cdot \lambda$

Minimume imamo kada je $\Delta\phi/2$ = (2m +1) $\pi/2$: $t_{\mathrm{min.}} = \frac{2m+1}{2n_2} \cdot \frac{\lambda}{2}$

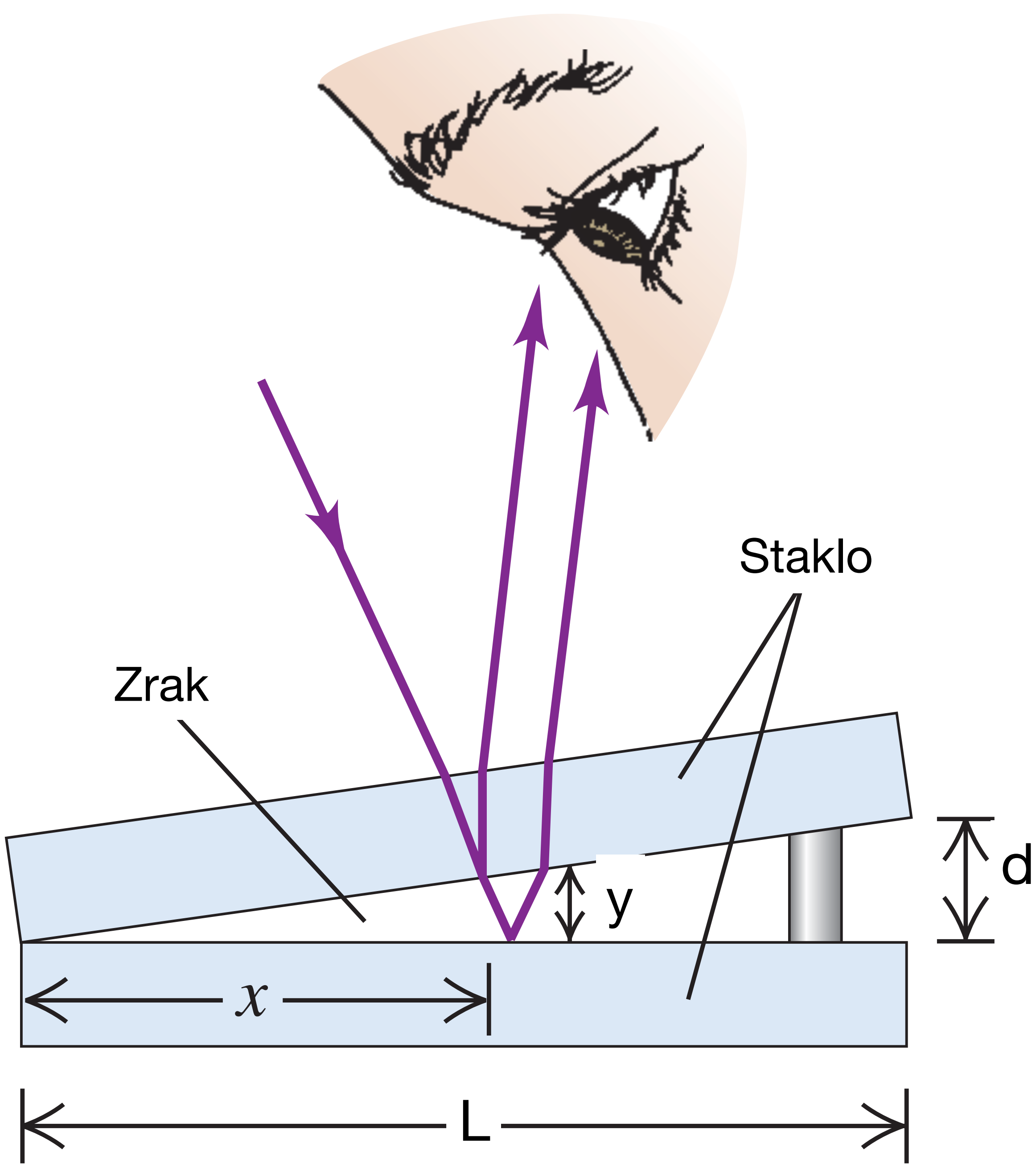
Tanki i debeli filmovi



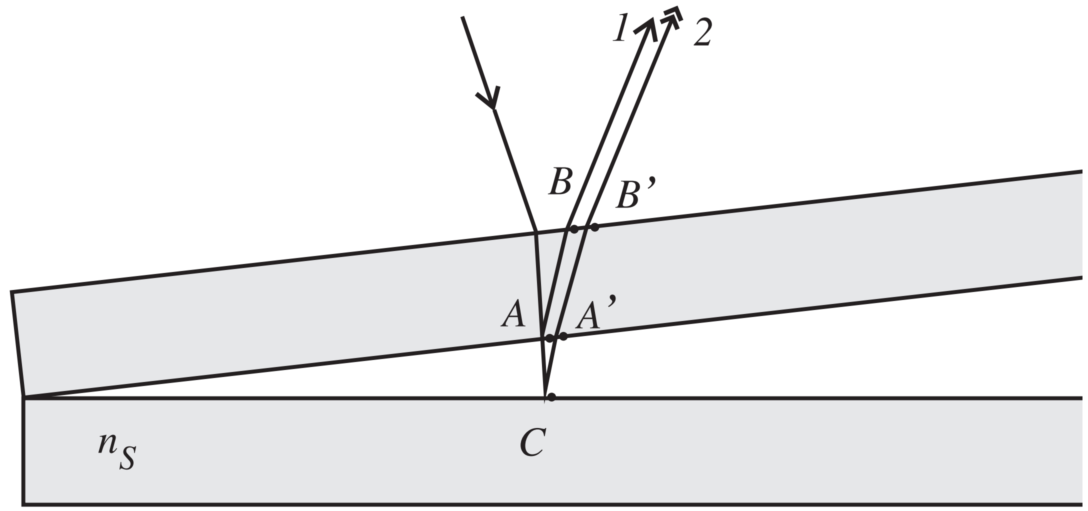
Young & Freedman University Physics

Zadatak

Na slici su prikazane dvije staklene ploče mikroskopa duge 10 cm. Na jednom kraju nalaze se u kontaktu; na drugom kraju razdvojene su za d=0.01 mm. Pretpostavite monokromatsku svjetlost valne duljine 420 nm u zraku koja pada gotovo okomito na ploče. Koliki je razmak između dva maksimuma interferencije?



Young & Freedman University Physics



$$\overline{AB} \simeq \overline{A'B'} \qquad A \to C \to A' \simeq 2y$$

$$n_{\mathrm{zrak}} \simeq 1$$

$$\phi_1 = \omega t - k_s \overline{AB},$$

$$\begin{aligned}\phi_2 &= \omega t - k_s \overline{A'B'} - k_{\mathrm{zrak}} \overline{CA'} \cdot 2 + \pi \\ &= \omega t - k_s \overline{AB} - 2ky + \pi,\end{aligned}$$

$$\cos(\Delta\phi/2) = 1 \text{ za } \Delta\phi/2 = m\pi$$

$$y_{\mathrm{maks}/m} = \frac{(2m+1)\lambda}{4}.$$

$$y_{\mathrm{maks}/m} \ : \ x_{\mathrm{maks}/m} = d \ : \ L, \quad \text{odnosno} \quad x_{\mathrm{maks}/m} = \frac{(2m+1)\lambda L}{4d}$$

x_{max} = udaljenost maksimuma od mjesta dodira ploča

$$\Delta x = x_{\mathrm{maks}/m+1} - x_{\mathrm{maks}/m} = \frac{\lambda L}{2d},$$

$$\Delta x = 2,1\,\mathrm{mm}$$