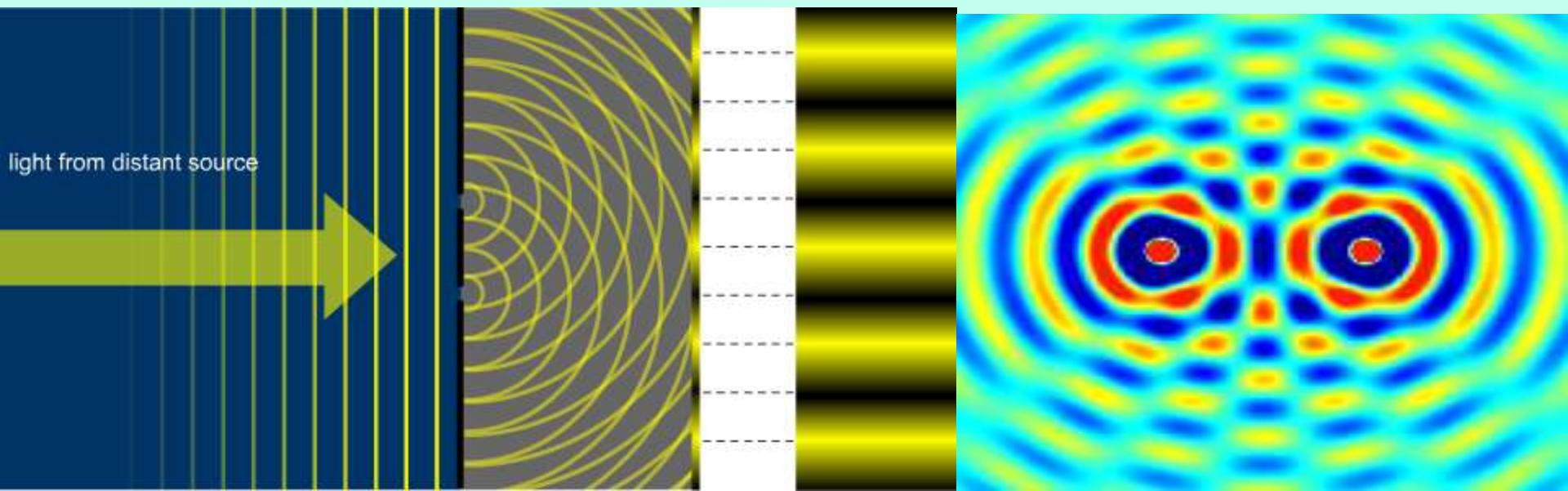
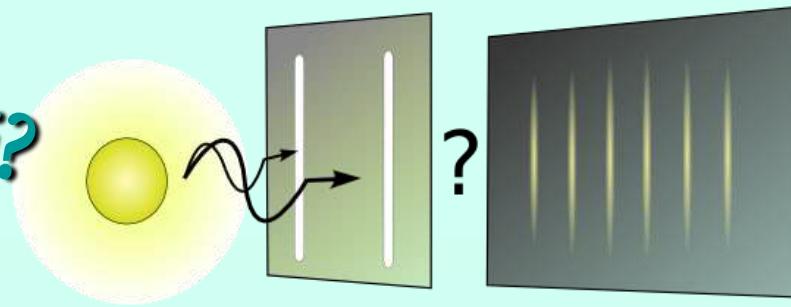


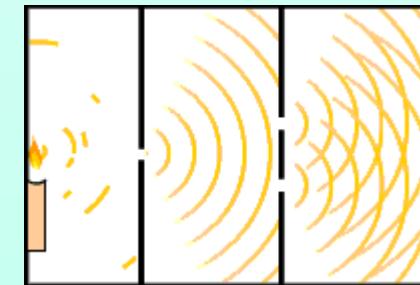
Interferență luminii



Ce este interferența luminii?

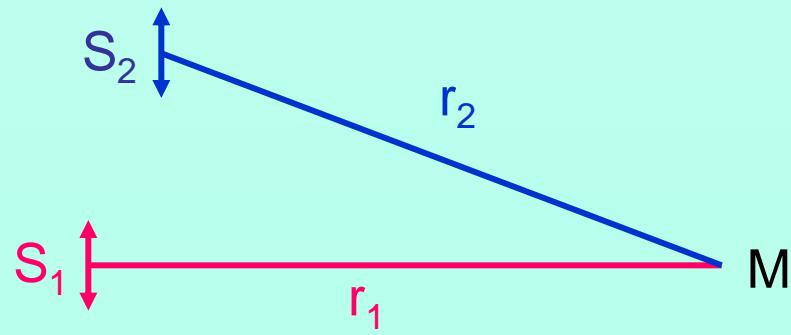


► este fenomenul de suprapunere într-o zonă a unui mediu, a două sau mai multe unde electromagnetice cu aceeași frecvență din spectrul vizibil



► Deoarece dintre cele două componente electric și magnetic ale undei electromagnetice , efectul componentei magnetice este nesemnificativ asupra senzației vizuale, se consideră exclusiv influența componentei electrice E

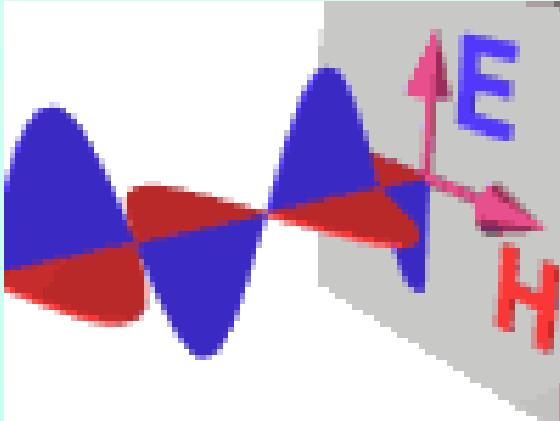
Undele de aceeași amplitudine emise de sursele S_1 și S_2 au ecuațiile:



$$E_1 = E_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right)$$

$$E_2 = E_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right)$$

Intensitatea unei electromagnetice



- ▶ unda electromagnetică se propagă cu viteza v în intervalul de timp Δt prin suprafața de arie S așezată perpendicular pe direcția de propagare
- ▶ energia transportată de undă:

$$\Delta W = w \Delta V$$

Unde, $w = \epsilon E^2$ -densitatea volumică de energie a undei și $\Delta V = S v \Delta t$ - volumul

Viteza undelor electromagnetice este: $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$ $\rightarrow \Delta W = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E^2 S \Delta t$

Intensitatea undei: $I = \frac{P_{med}}{S} = \frac{\Delta \bar{W}}{S \Delta t} = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E^2 = \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_0^2 \sin^2 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r}{\lambda} \right)$

Dar valoarea medie pe o perioadă a funcției $\sin^2(\dots)$ este $\frac{1}{2}$, atunci se obține:

$$I = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} E_0^2$$

Adică intensitatea undei electromagnetice este proporțională cu pătratul amplitudinii intensității câmpului electric

Amplitudinea undei rezultante

Într-un punct de interferență, când vectorii \vec{E}_1 și \vec{E}_2 sunt paraleli, unda rezultantă are ecuația:

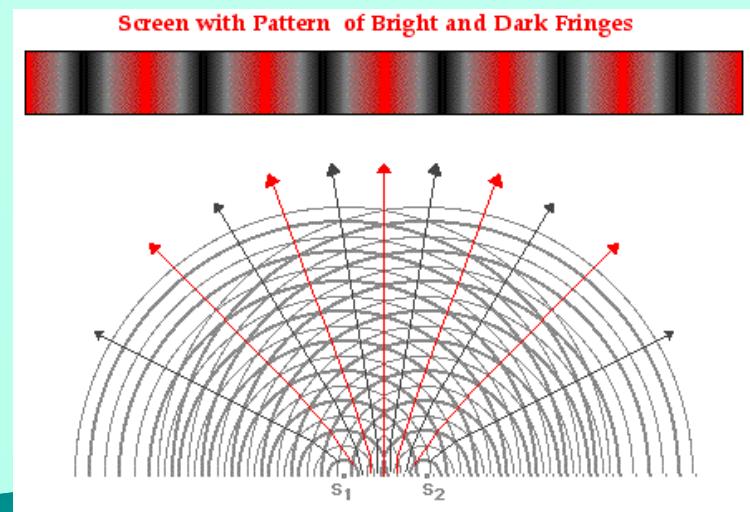
$$E = E_1 + E_2 = E_0 \left[\sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right) + \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right) \right] = 2E_0 \cos \frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right)$$

Amplitudinea undei este:

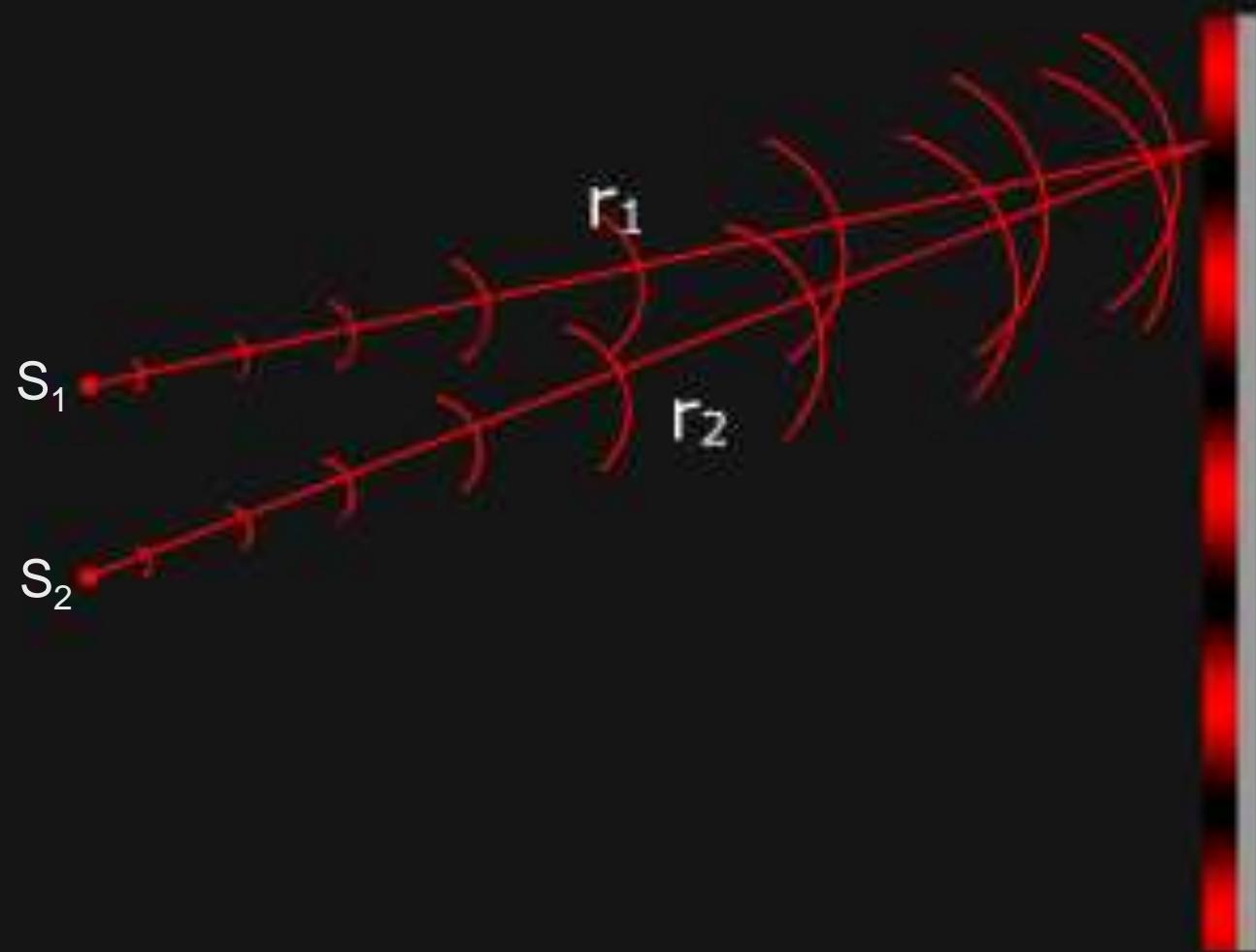
$$E' = 2E_0 \cos \frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}$$

Condiția de interferență:

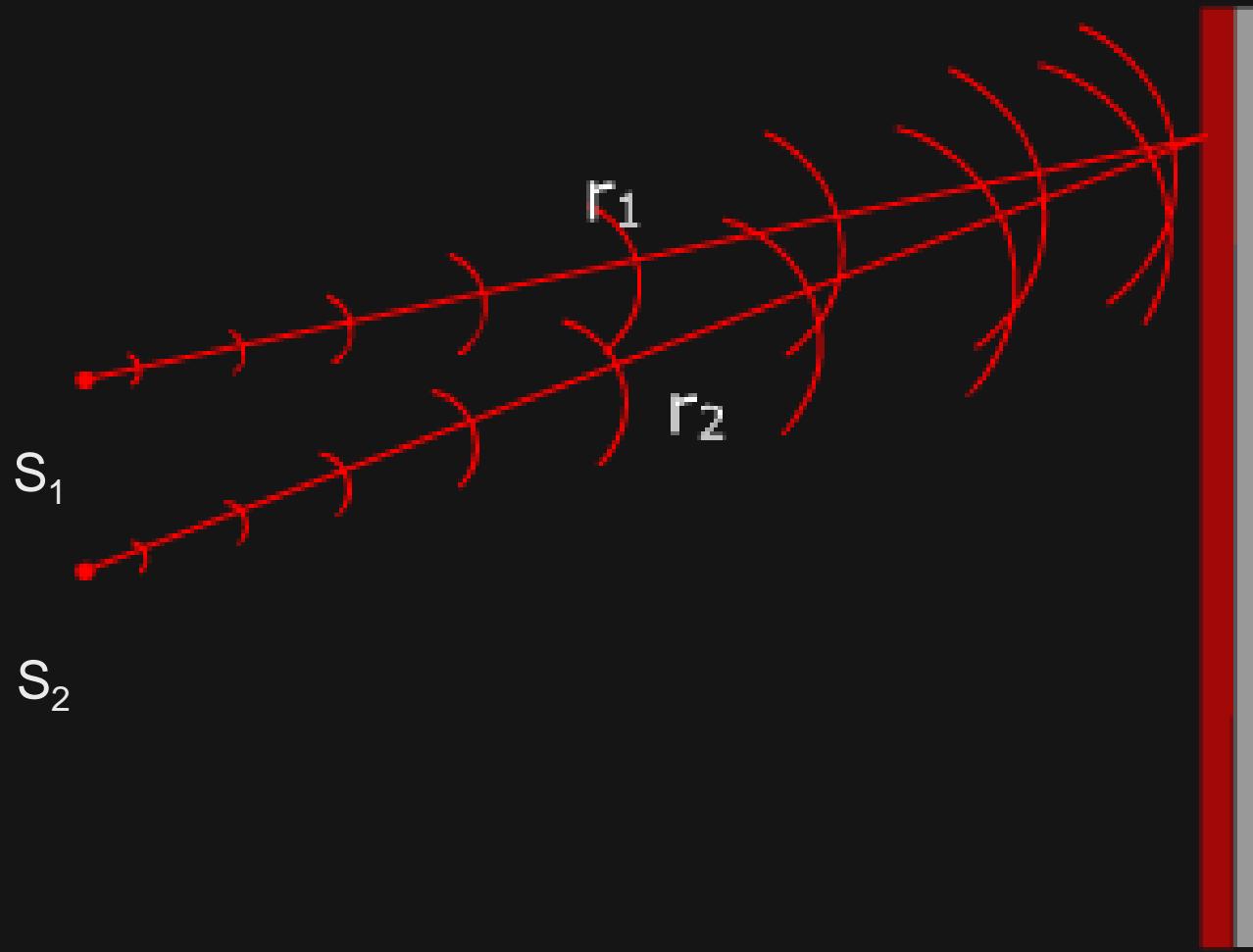
- ▶ undele să aibă aceeași frecvență
- ▶ diferența de fază $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta r}{\lambda}$ să fie constantă



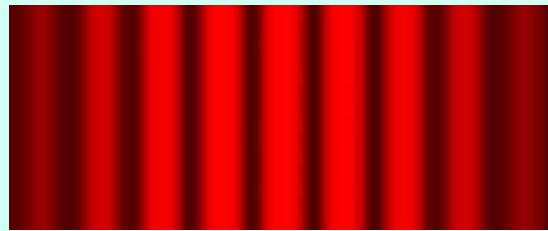
Unde coherente



Unde necoerente



Franje de interferență



Intensitatea luminoasă I , într-un punct de interferență, este proporțională cu pătratul amplitudinii undei rezultante:

$$\rightarrow I = \text{const.} 4E_0^2 \cos^2 \left[\frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda} \right] \quad \Delta r = r_2 - r_1 - \text{diferența de drum}$$

Interferență concreativă – franje luminoase

Condiția de maxim de iluminare: $\cos^2 \pi \frac{\Delta r}{\lambda} = 1 \rightarrow \Delta r = k\lambda = 2k \frac{\lambda}{2}$

Punctele din zona de interferență pentru care diferența de drum este un multiplu par de semiunde se află pe o franjă luminoasă

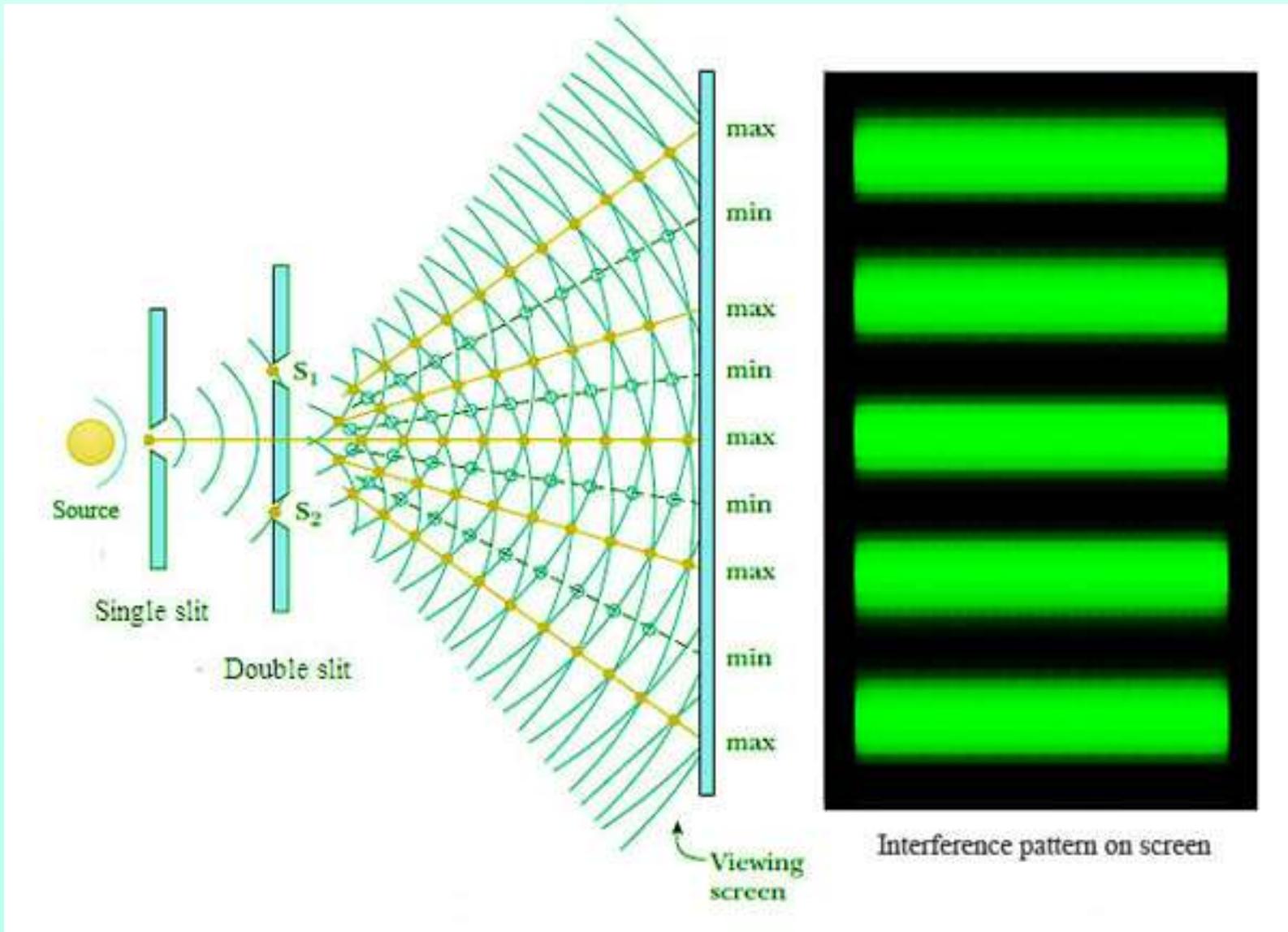
Interferență distructivă – franje întunecoase

Condiția de minim de iluminare: $\cos^2 \pi \frac{\Delta r}{\lambda} = 0 \rightarrow \Delta r = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

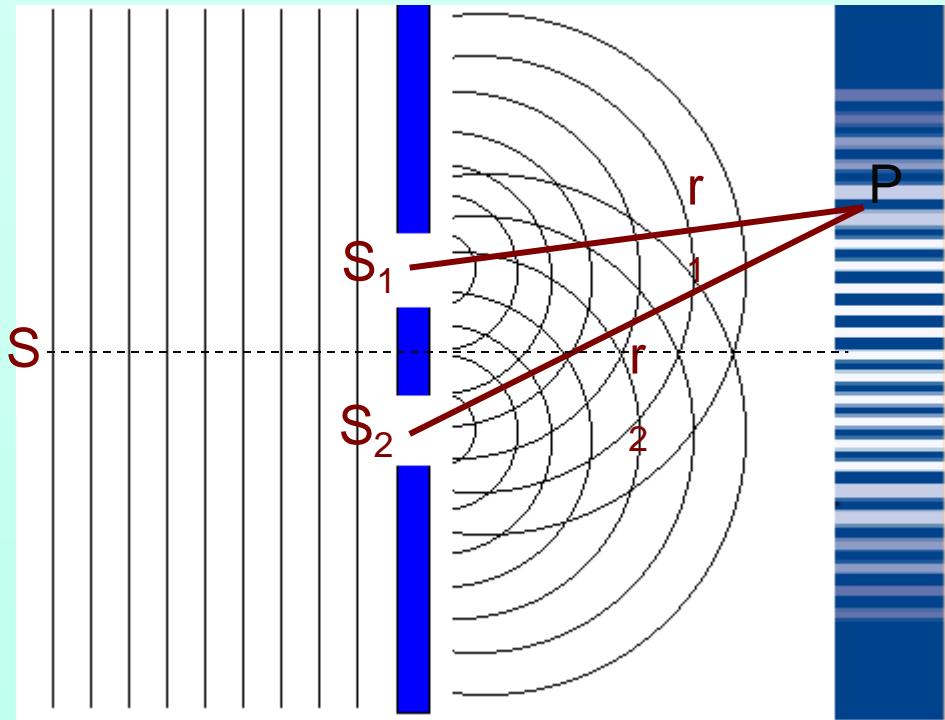
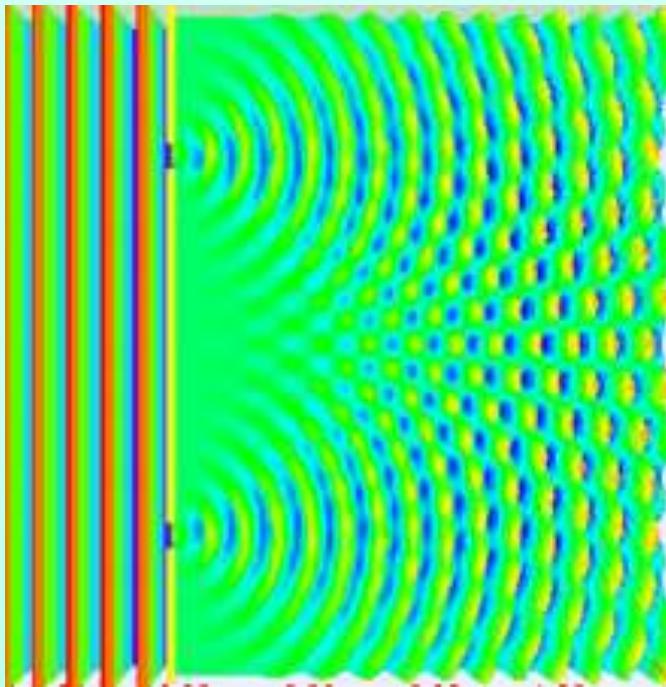
Punctele din zona de interferență pentru care diferența de drum este un multiplu impar de semiunde se află pe o franjă întunecoasă

$$k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots,$$

Franje luminoase și întunecoase



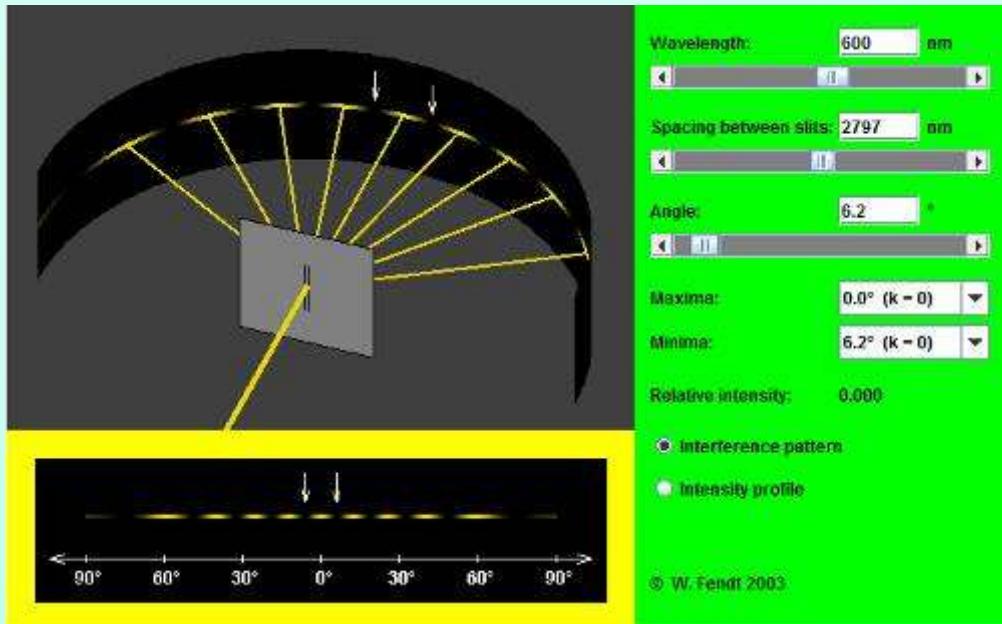
Interferența nelocalizată - dispozitivul lui Young



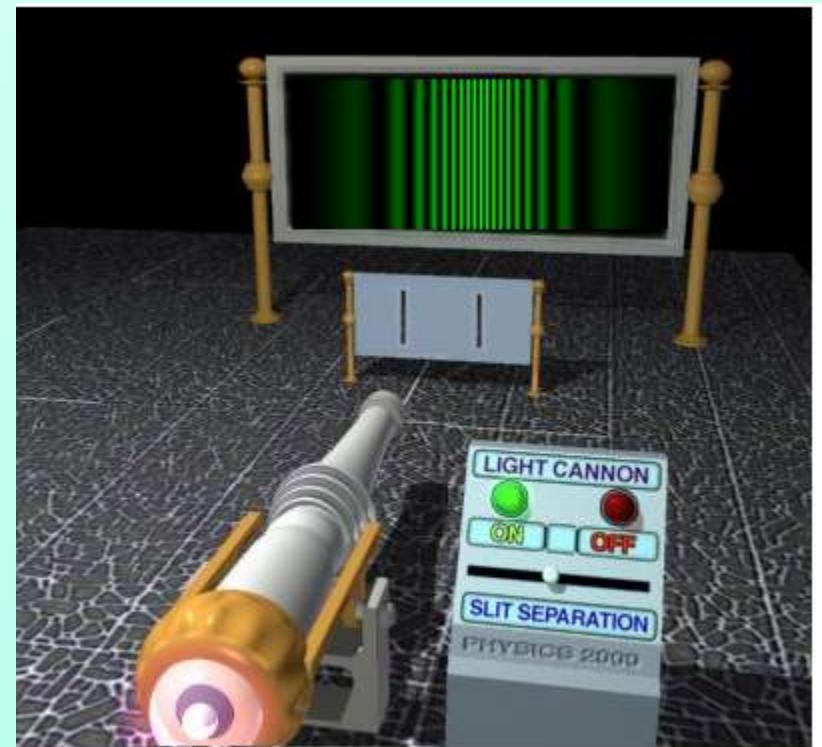
- sursa de lumină S
- paravan cu două fante care constituie două surse punctiforme de lumină S_1 și S_2 care sunt în fază, deoarece provin din același front de undă
- fasciculele provenite de la sursele coerente, S_1 și S_2 , se suprapun pe un ecran, producând franje de interferență

<http://www.youtube.com/watch?v=9UkkKM1IkKg&feature=related>

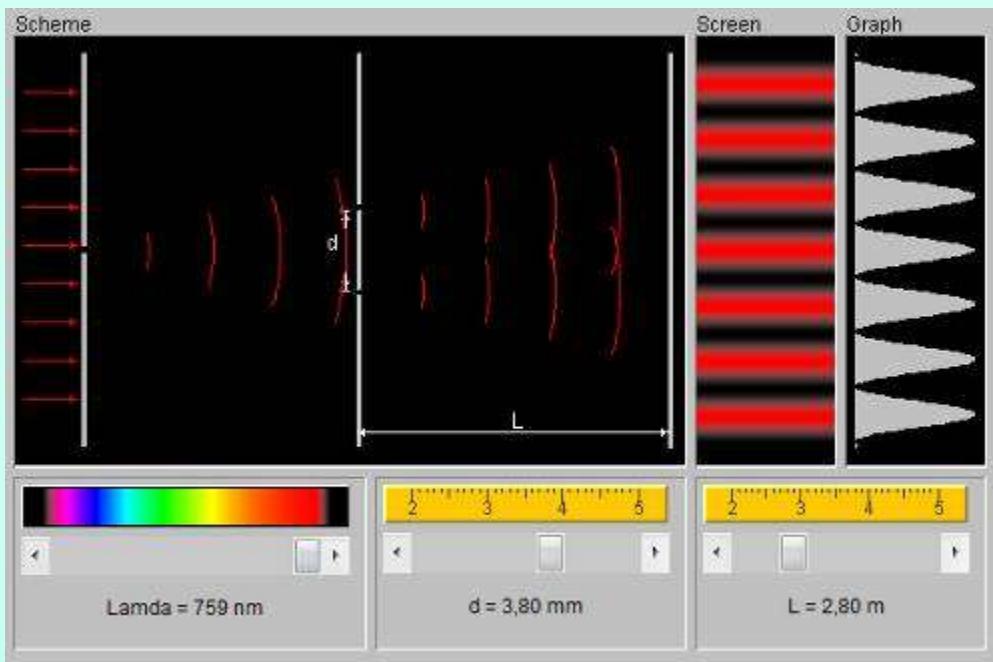
Simulații cu dispozitivul Young



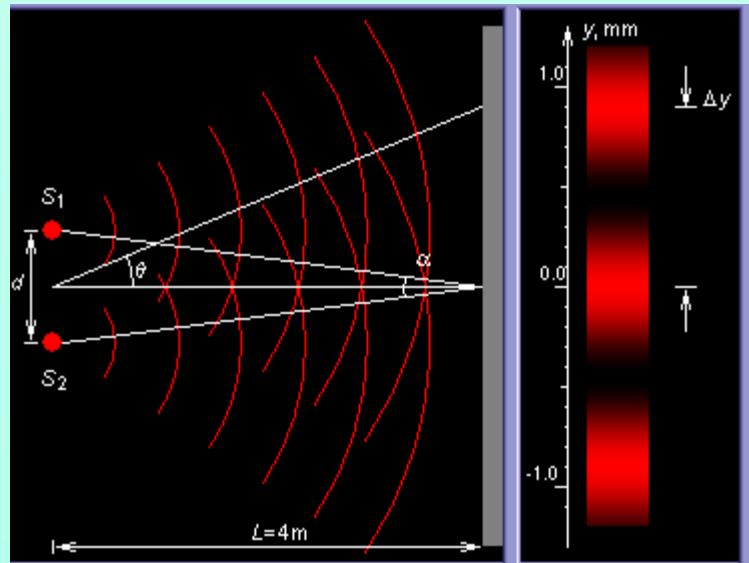
http://www.walter-fendt.de/ph14ro/doubleslit_ro.htm



<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/twoslitsa.html>

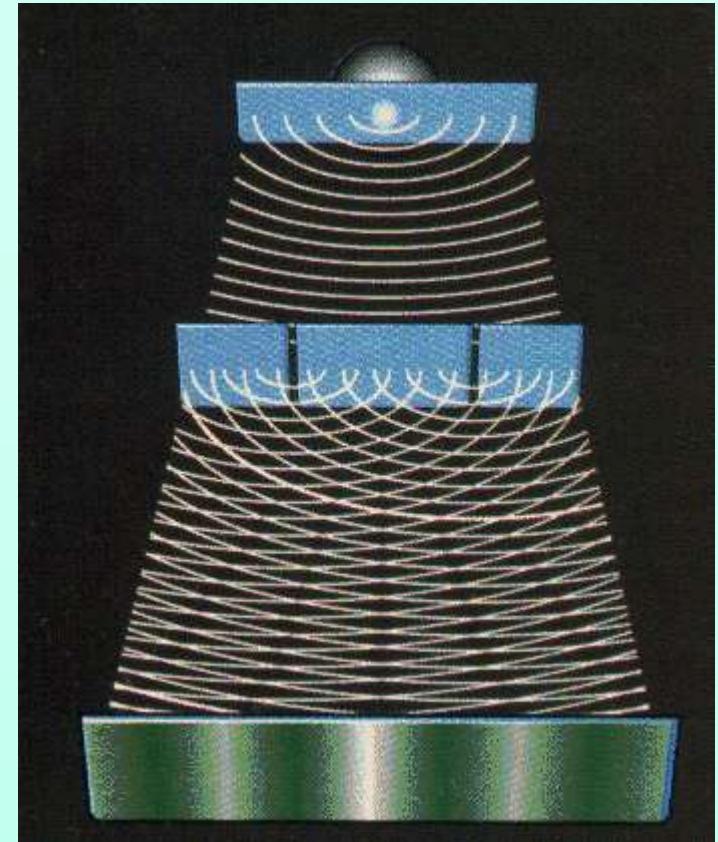


<http://vsg.quasihome.com/interfer.htm>

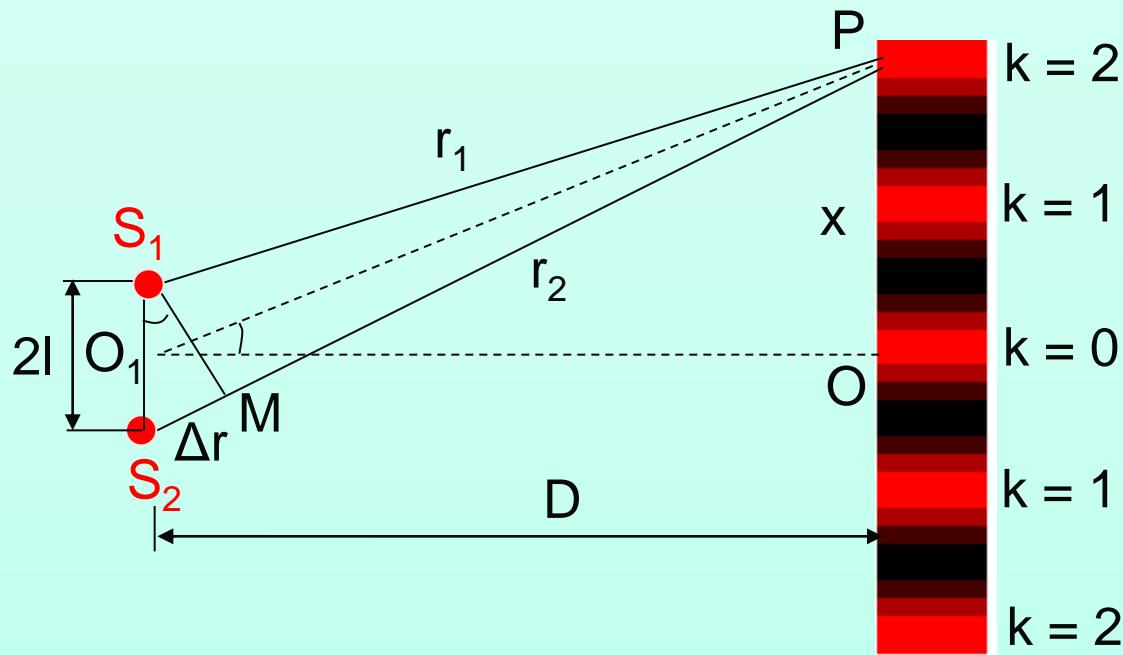


http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/youngexpt4.htm

http://www.wwnorton.com/college/physics/om_tutorials/chap35/light_diffract ion/index.htm



Poziția maximelor și minimelor pe ecran



Dacă distanța $2l$ între sursele S_1 și S_2 și distanța x pe ecran sunt mici față de distanța D de la surse la ecran, atunci din triunghiurile S_1S_2M și O_1OP se obține:

$$\frac{\Delta r}{x} = \frac{2l}{D} \text{ de unde: } \Delta r = x \frac{2l}{D}$$

►franje luminoase: $\Delta r = k\lambda \rightarrow x_{\max(k)} = k \frac{\lambda D}{2l}$

►franje întunecoase: $\Delta r = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow x_{\min(k)} = (2k+1) \frac{\lambda D}{4l}$

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots,$

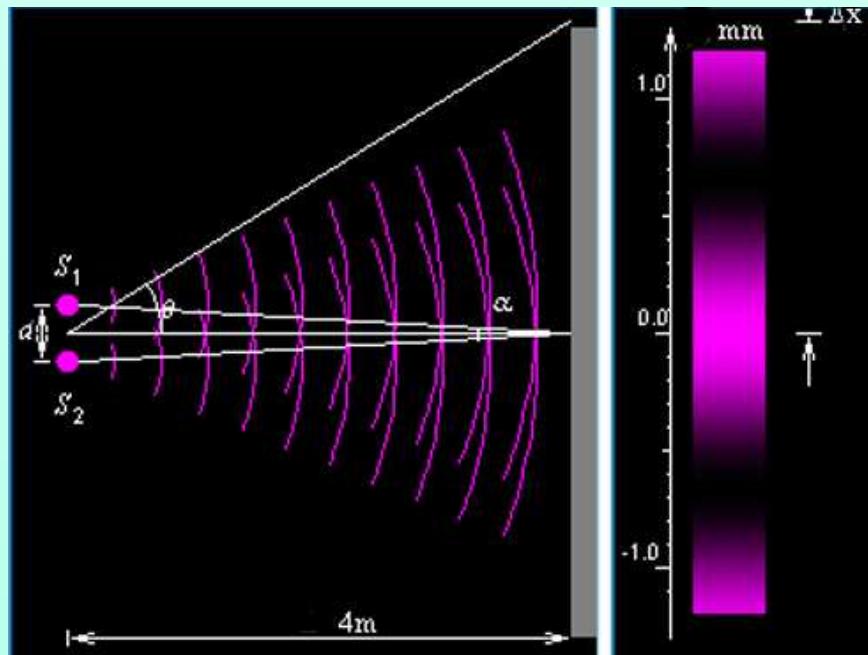
Interfranja

Interfranja este distanța dintre două maxime, sau două minime, consecutive

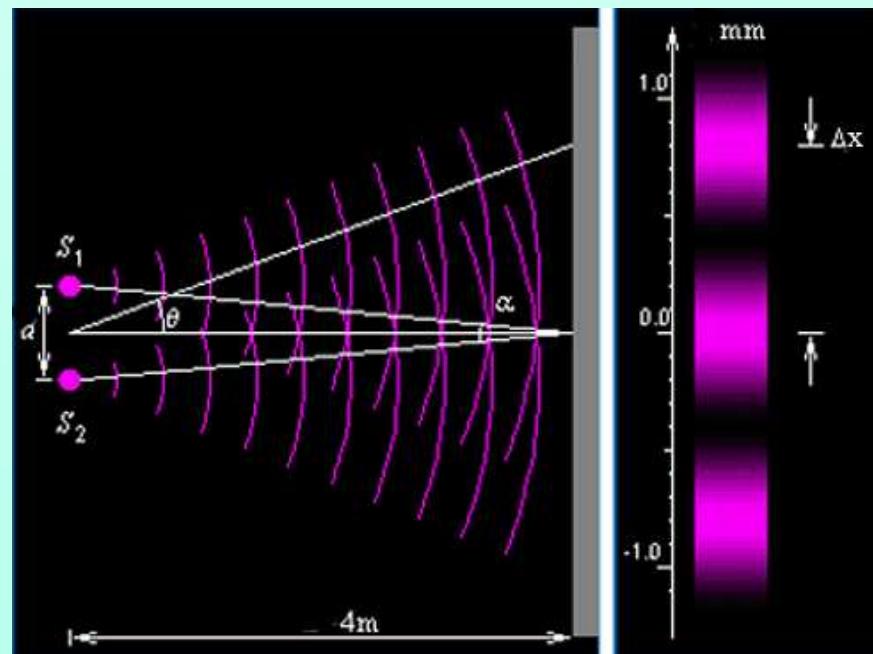
$$i = x_{\max(k+1)} - x_{\max(k)} = x_{\min(k+1)} - x_{\min(k)}$$



$$i = \frac{\lambda D}{2l}$$



Dependența interfranjei de distanța
2l dintre sursele S_1 și S_2



Dependența interfranjei de lungimea
de undă λ a radiației

Interferență localizată – lama cu fețe plan paralele

Un fascicul de lumină poate fi divizat, în două fascicule coerente, cu una sau mai multe suprafete reflectătoare, de pe care o parte din lumină se reflectă, iar altă parte se transmite.

Mersul razelor de lumină într-o lămă plan paralelă

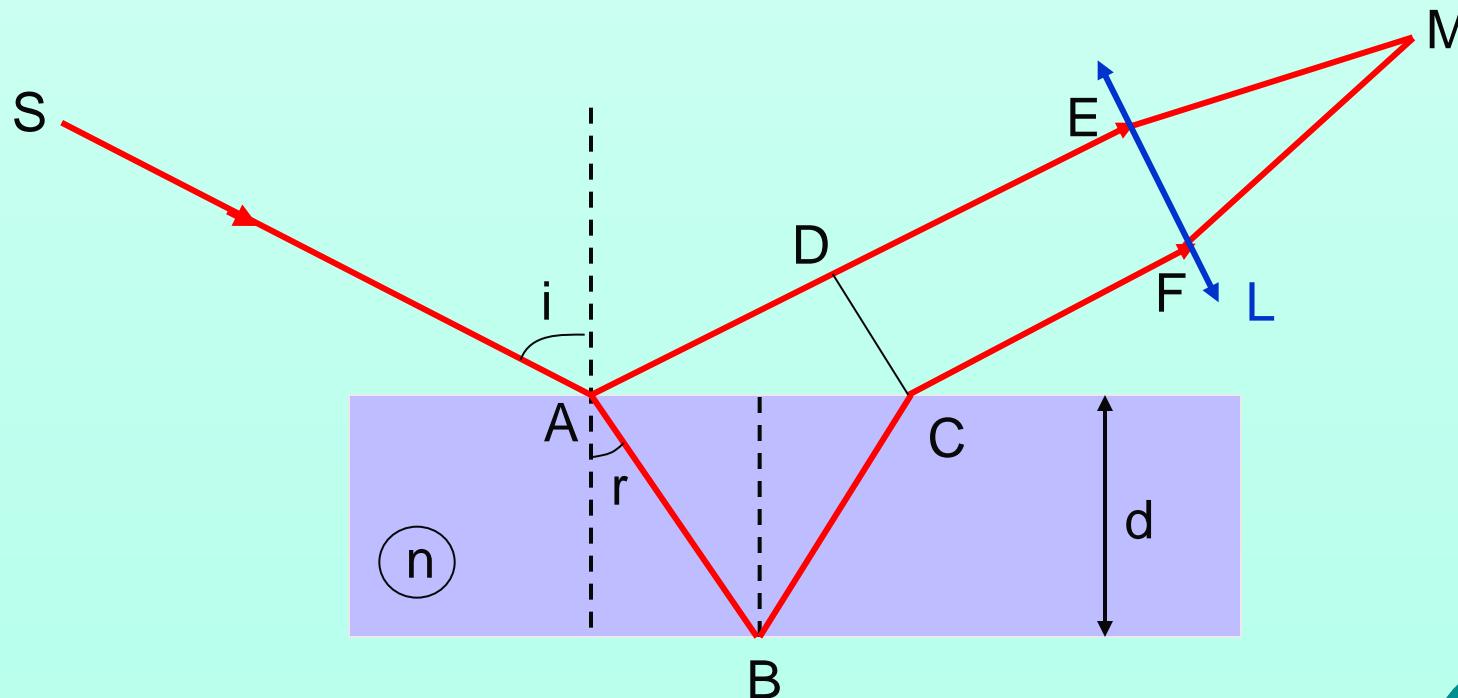


Figura de interferență este localizată în planul focal al lentilei sau în absența acesteia franjele de interferență sunt localizate la infinit.

Maximele și minimele de intensitate

Diferența de drum optic, dintre razele SABCF și SAE este:

$$\delta = n(AB + BC) - \left(AD - \frac{\lambda}{2}\right) = n\left(\frac{d}{\cos r} + \frac{d}{\cos r}\right) - \left(AC \sin i - \frac{\lambda}{2}\right)$$

Termenul $\frac{\lambda}{2}$ apare datorită pierderii unei semiunde datorită reflexiei pe un mediu mai dens

$$AC = 2dtgr = 2d \frac{\sin r}{\cos r} \quad \text{iar} \quad n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad \rightarrow \quad \delta = 2nd \cos r + \frac{\lambda}{2}$$

►franje luminoase: $\delta = k\lambda \quad \rightarrow \quad 2nd \cos r + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$

►franje întunecoase: $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad \rightarrow \quad 2nd \cos r + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

Franjele luminoase și întunecoase depind de valoarea unghiului de incidentă de aceea se numesc **franje de egală înclinare**

La incidentă normală : $i = 0, r = 0 \quad \rightarrow \quad \delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}$

Culorile lamelor subțiri

Dacă lumina incidentă este albă condițiile de maxime, sau minime, de interferență vor fi îndeplinite, pentru un unghi de incidență, i,dat, numai de anumite radiații de o anumită culoare, fapt ce face ca lama să apară irizată într-o anume culoare.



Irizarea petelor de ulei pe apă



Irizarea baloanelor de săpun



Irizarea norilor

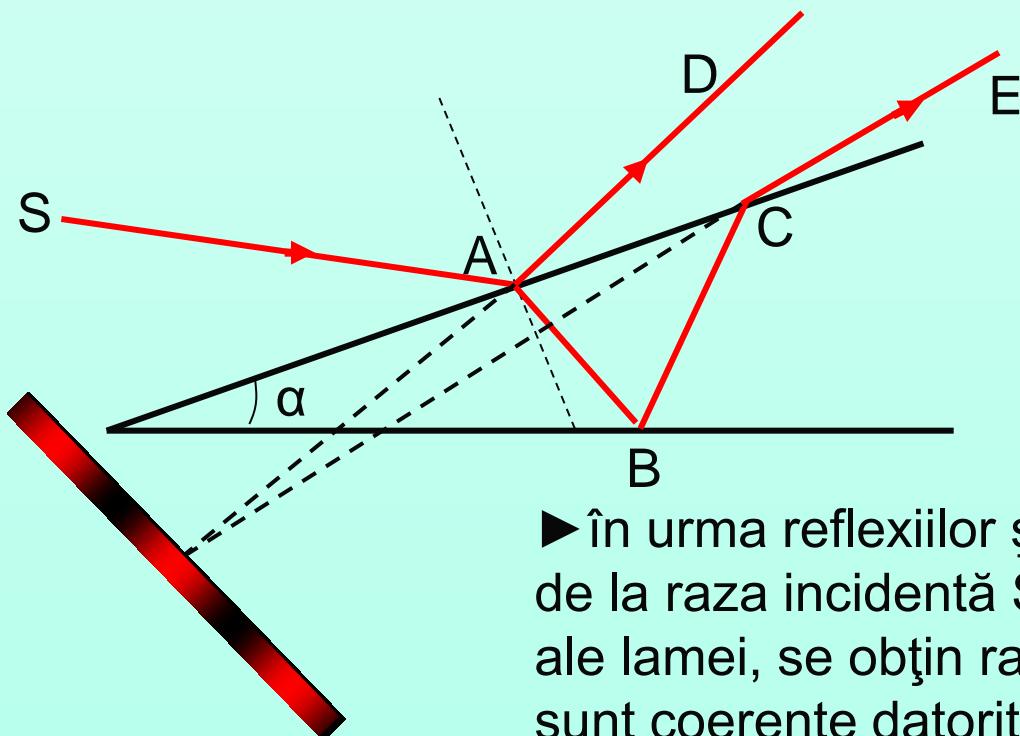


Irizarea sidifului

Pana optică

Pana optică este o peliculă de grosime variabilă, delimitată de două fețe plane care fac un unghi $\alpha < 5^\circ$

Mersul razei de lumină prin pana optică

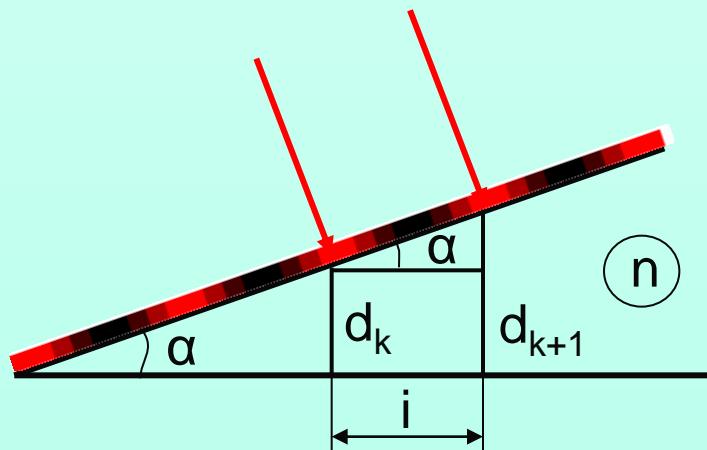


► în urma reflexiilor și refracțiilor provenite de la raza incidentă SA, pe cele două fețe ale lamei, se obțin razele AD și CE, care sunt coerente datorită originii lor comună

► se formează franje de interferență virtuală, localizate într-un plan perpendicular pe planul de incidentă

Interfranja

- dacă fasciculul incident este perpendicular pe fața superioară a penei, ținând cont că unghiul α este foarte mic, planul de localizare a franjelor se va afla în interiorul penei, pe suprafețele acesteia adică franjele sunt localizate.
- starea de interferență într-un punct de pe lamă este determinată de grosimea lamei în acel punct (**franje de egală grosime**)



→ $d_{k+1} - d_k = \frac{\lambda}{2n}$ iar din figură $d_{k+1} - d_k = itg\alpha \cong \alpha i$

Interfranja se obține:

$$i = \frac{\lambda}{2\alpha n}$$

► pentru maximul de ordinul k :

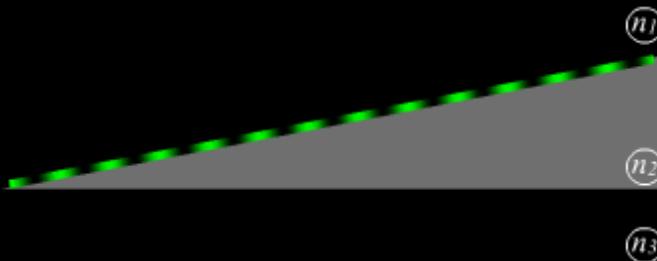
$$2nd_k + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

► pentru maximul de ordinul $k + 1$:

$$2nd_{k+1} + \frac{\lambda}{2} = (k + 1)\lambda$$



Simulare

unghiul penei °indicele de refracție n_1 indicele de refracție n_2 indicele de refracție n_3 lungimea de undă 

Cuvinte cheie

**mersul razeelor de lumină
interfranță**

Explicații

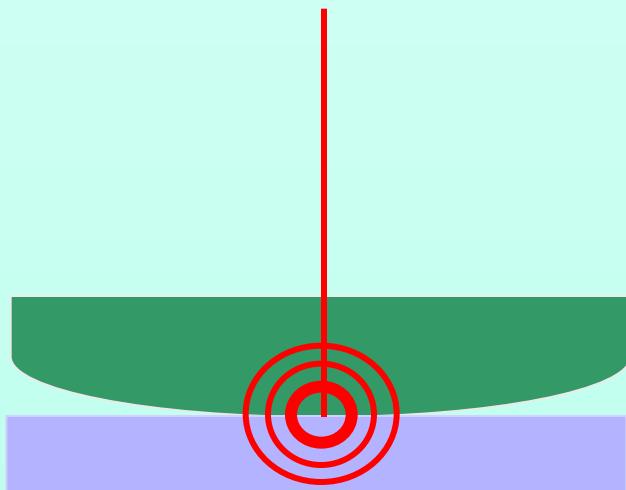
incidentă normală $\Rightarrow i=0, r=0$

$$\delta = 2nd_k \cos r \left(+ \frac{\lambda}{2} \begin{array}{l} \text{pentru } n_1 < n_2, n_2 > n_3 \\ \text{sau } n_1 > n_2, n_2 < n_3 \end{array} \right)$$

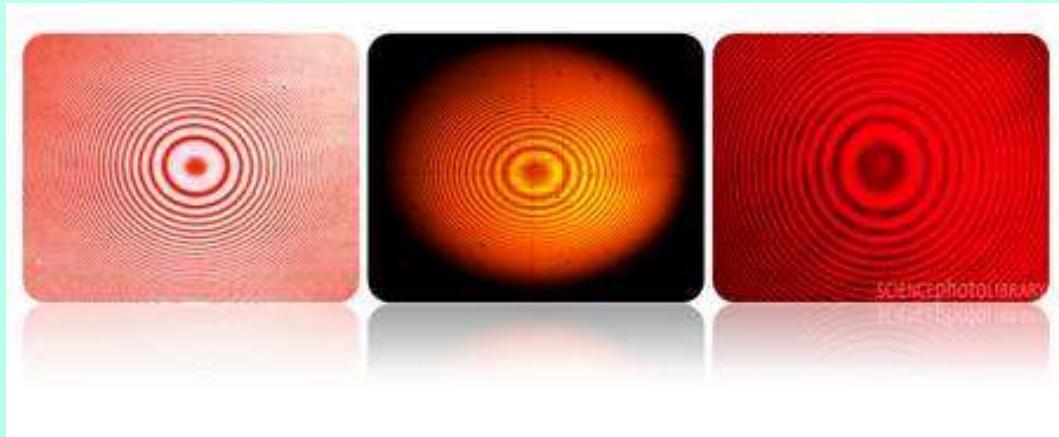
$$\begin{aligned} 2nd_k + \frac{\lambda}{2} &= \frac{2k\lambda}{2} \\ \text{în cazul maximelor} \quad 2nd_{k+1} + \frac{\lambda}{2} &= \frac{2(k+1)\lambda}{2} \end{aligned} \Rightarrow 2n(d_{k+1} - d_k) = \lambda \Rightarrow 2ni\alpha = \lambda \Rightarrow i = \frac{\lambda}{2n\alpha}$$

Inelele lui Newton

► o lentilă plan-convexă cu distanță focală mare se aşează cu fața curbă pe o placă de sticlă plană



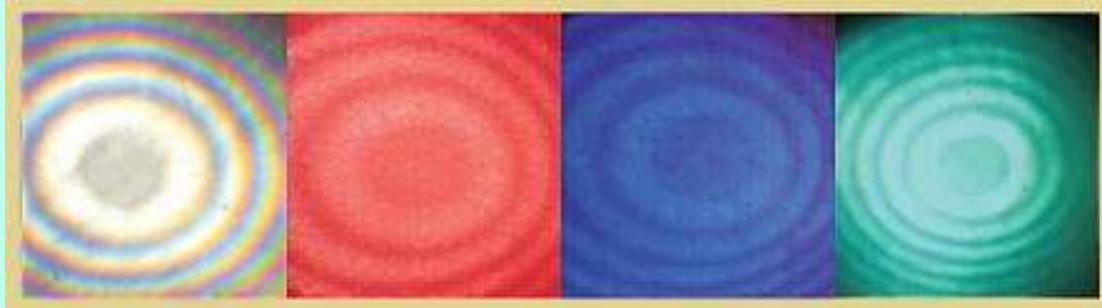
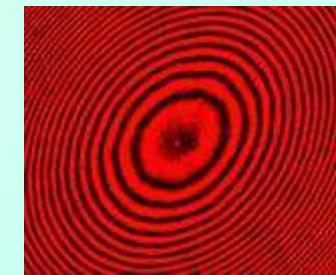
- între lentilă și placă se formează o pană de aer subțire, de grosime variabilă
- dacă lentila este iluminată la incidență normală, cu radiații monocromatice, se observă franje circulare, numite **inelele lui Newton**, cu centrele în punctul de contact între lentilă și placă



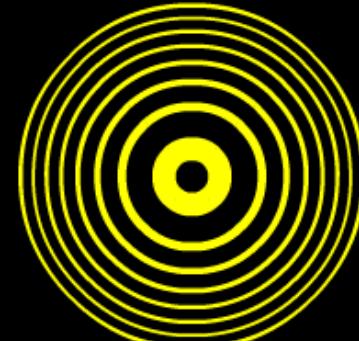
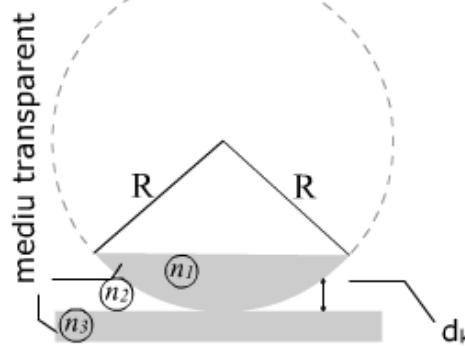
<http://www.youtube.com/watch?v=IzI0oo7KSUo>



Interferometru



Dacă se utilizează lumină albă în elele de interferență sunt colorate

**Simulare**raza lentilei mindicele de refracție n_1 indicele de refracție n_2 indicele de refracție n_3 lungimea de undă **Cuvinte cheie****diferența de drum****razele inelelor****luminoase/intunecate****Explicații**

$$\delta = 2d_k + \lambda/2$$

pentru pană de aer, $n_2 = 1$

file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrator/Desktop/CLASA%20XI/INTERFERENTA%20LUMINII/Interferenta_luminii%20AEL/06_inelele_lui_newton/06_inelele_lui_newton.html

Bibliografie

<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/twoslitsa.html>

<http://www.ub.edu/javaoptics/applets/YoungEn.html>

<http://vsg.quasihome.com/interf.htm>

http://www.wwnorton.com/college/physics/om/_tutorials/chap35/light_diffraction/index.htm

http://www.walter-fendt.de/ph14ro/doubleslit_ro.htm

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference>

C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\CLASA XI\INTERFERENTA LUMINII\Interferenta_luminii AEL

C:\Documents and Settings\Administrator\Desktop\Clasa XI\Interferenta_luminii\interferenta_luminii AEL\01_notiuni_introductive

• http://www.youtube.com/watch?v=x3Cb_1rYqk0&feature=related

• <http://www.youtube.com/watch?v=GTI2UUD0f3Q&feature=related>

Mircea Rusu, Mircea Nistor “Manual clasa a XI-a, Editura Corint

Octavian Rusu, C-tin Trăistaru “Manual clasa a XI-a, Editura Corint

Gabriela Cone “Manual clasa a XI-a, Editura Books Unlimited Publishing

George Enescu, Nicolae Gherbanovschi “Manual clasa a XI-a, Editura Didactica si Pedagogica 1994

Traian Crețu “Fizică teorie și probleme volum II, Editura Tehnică, 1993

www.google/images