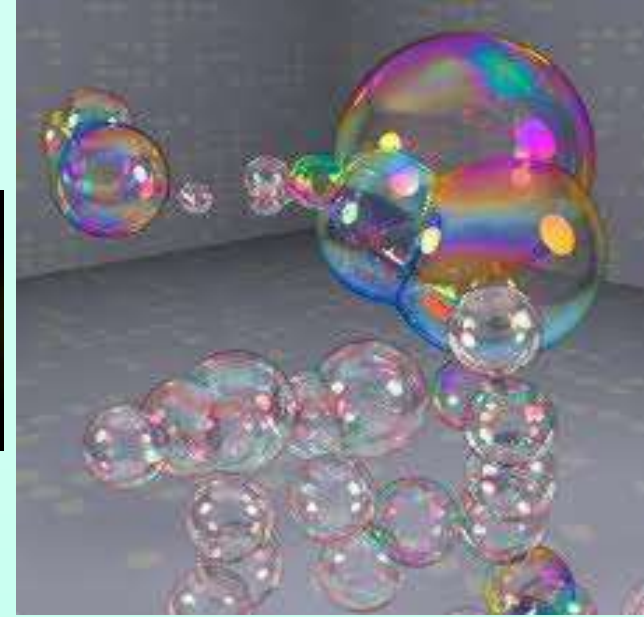
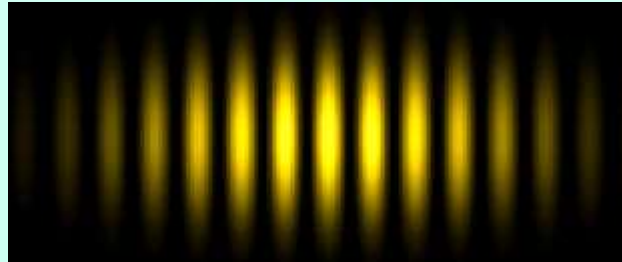
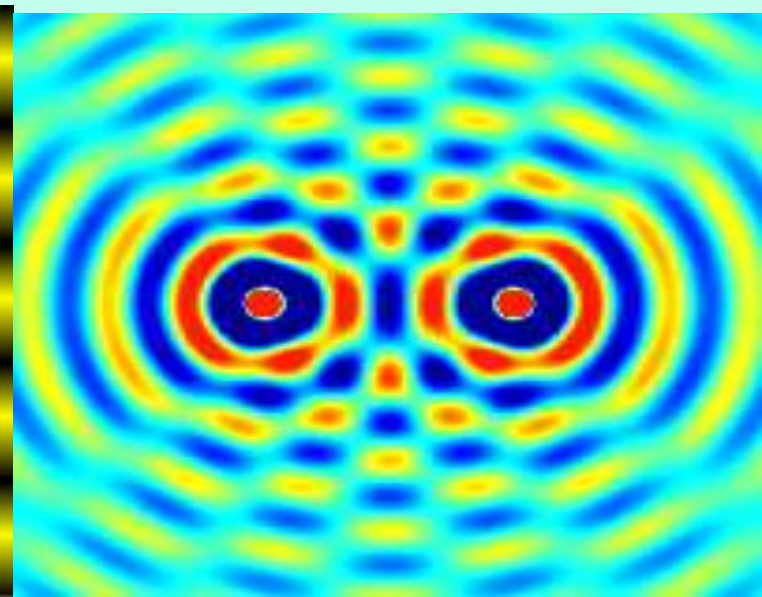
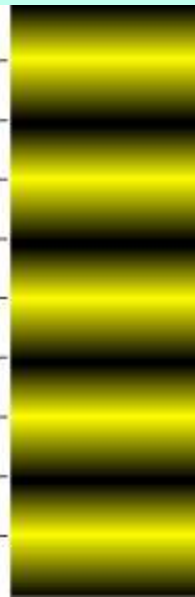
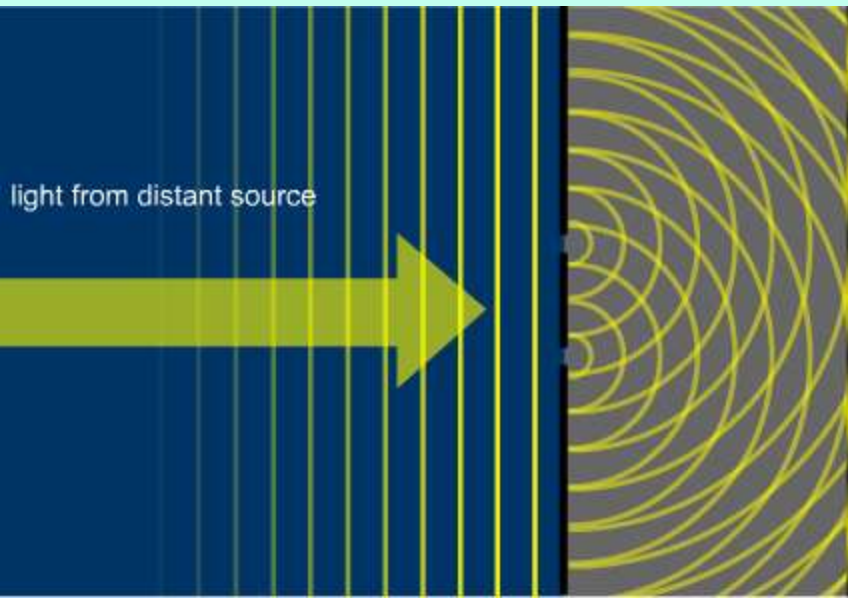
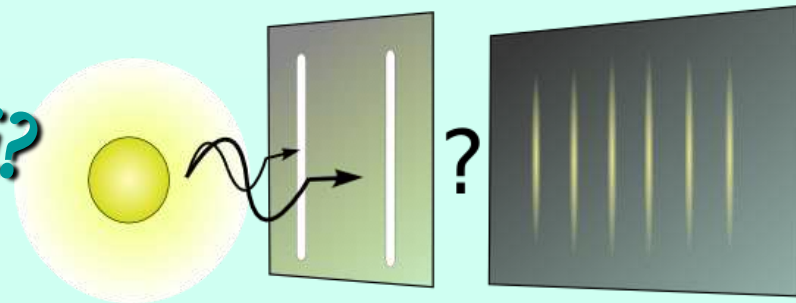




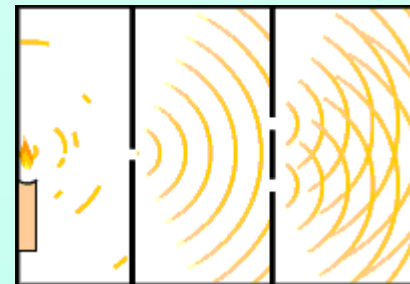
Interferența luminii



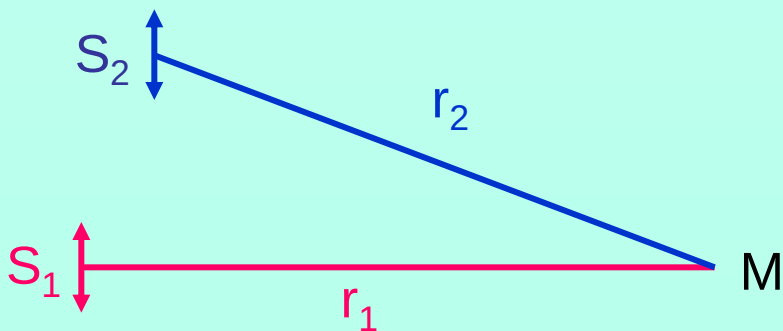
Ce este interferența luminii?



► 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 unei electromagnetice, efectul componentei magnetice este nesemnificativ asupra senzației vizuale, se consideră exclusiv influența componentei electrice E

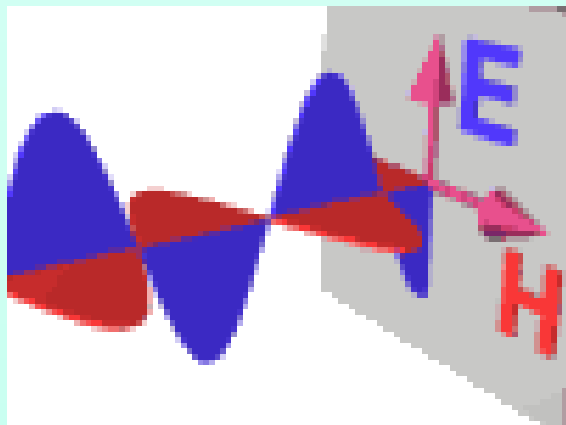


Undele de aceeași amplitudine emise de sursele S_1 și S_2 au ecuațiile:

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

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

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 $\Delta V = Sv\Delta t$ - volumul

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

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:

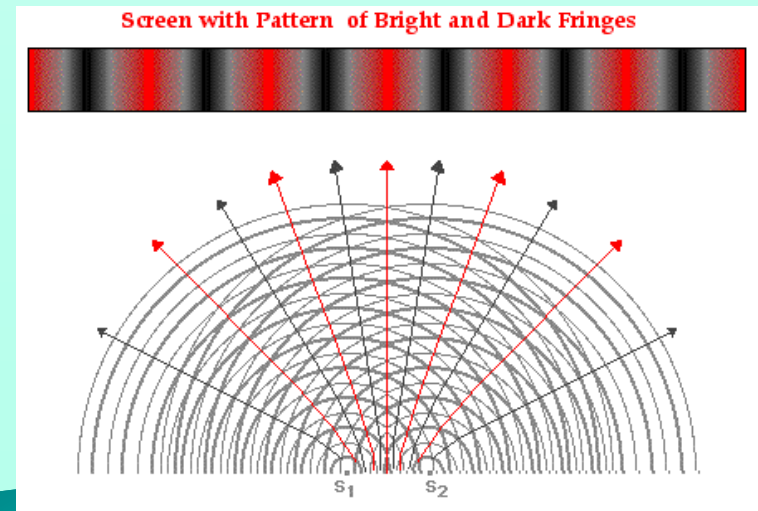
$$E = E_1 + E_2 = E_0 \left[\sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1}{\lambda} \right) + \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right) \right] = 2E_0 \cos \frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda} \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right)$$

Amplitudinea undei este:

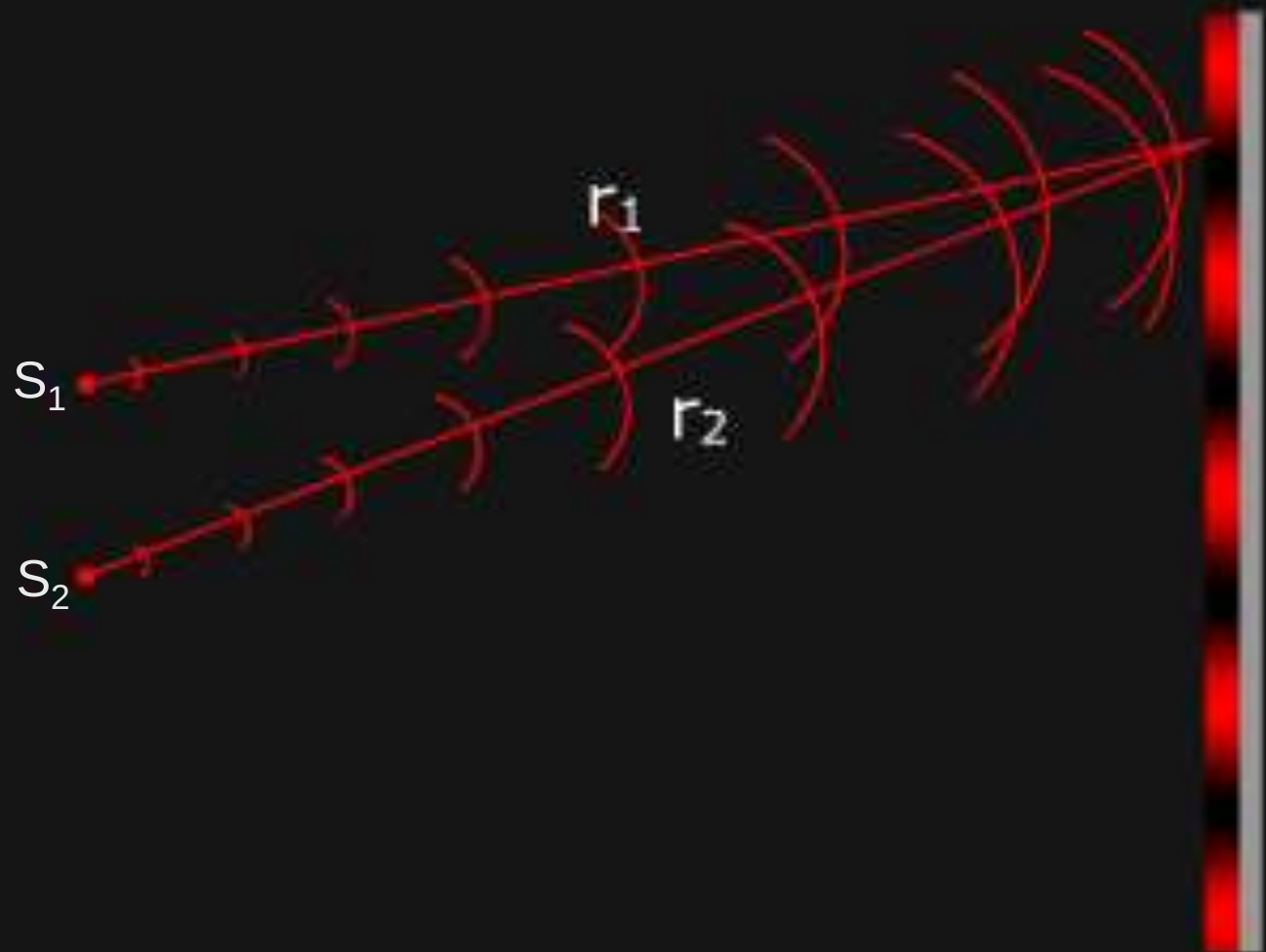
$$E'_0 = 2E_0 \cos \frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}$$

Condiția de interferență:

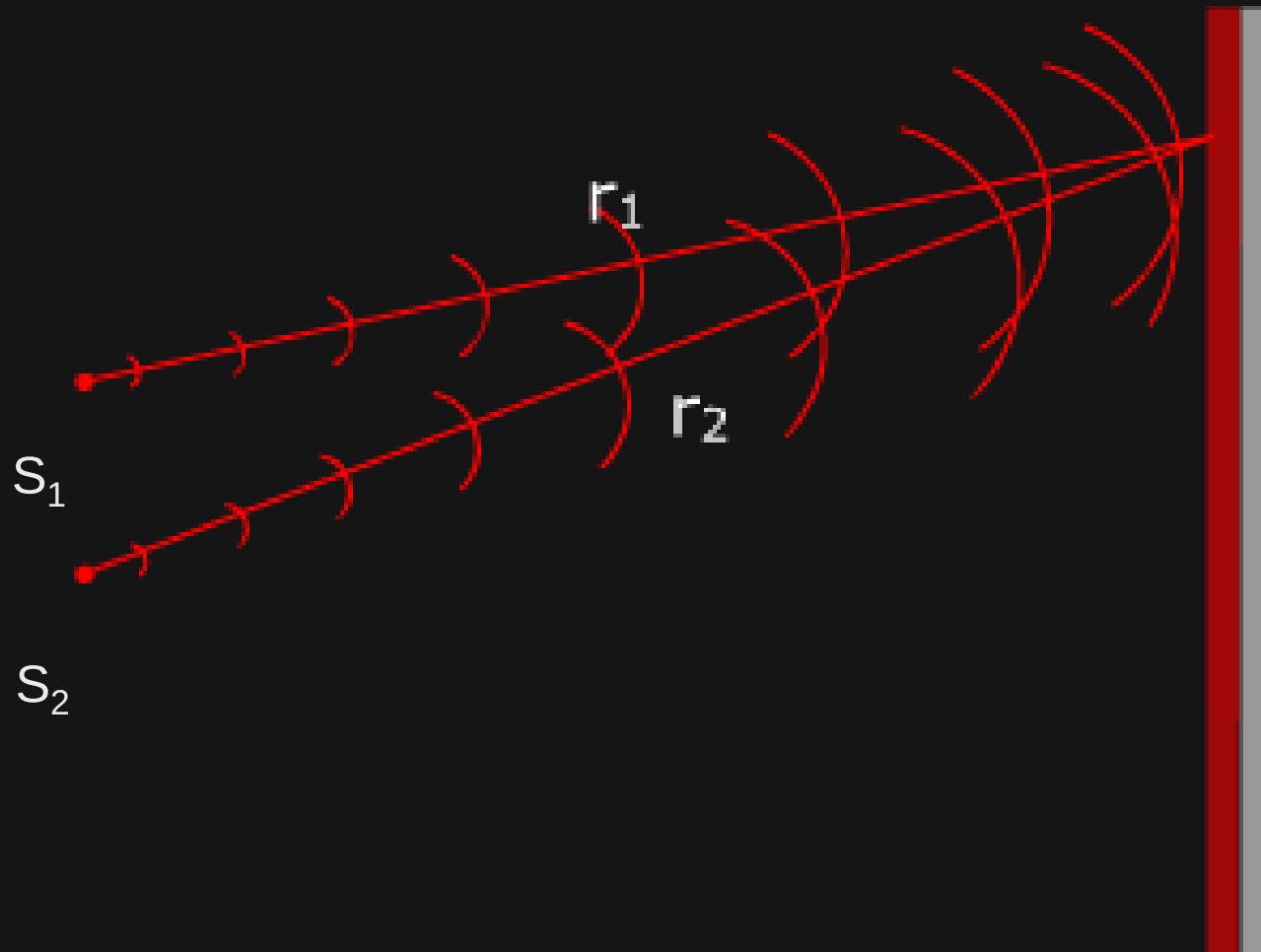
- undele să aibă aceeași frecvență
- diferența de fază $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta r}{\lambda}$ să fie constantă



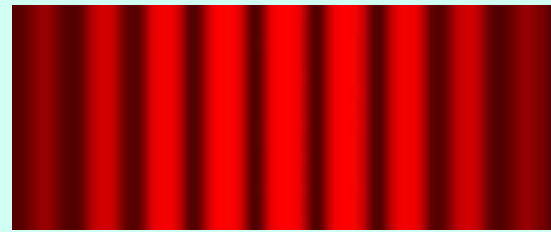
Unde coerente



Unde necoerente



Franje de interferență



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

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

Interferență constructivă – franje luminoase

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

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

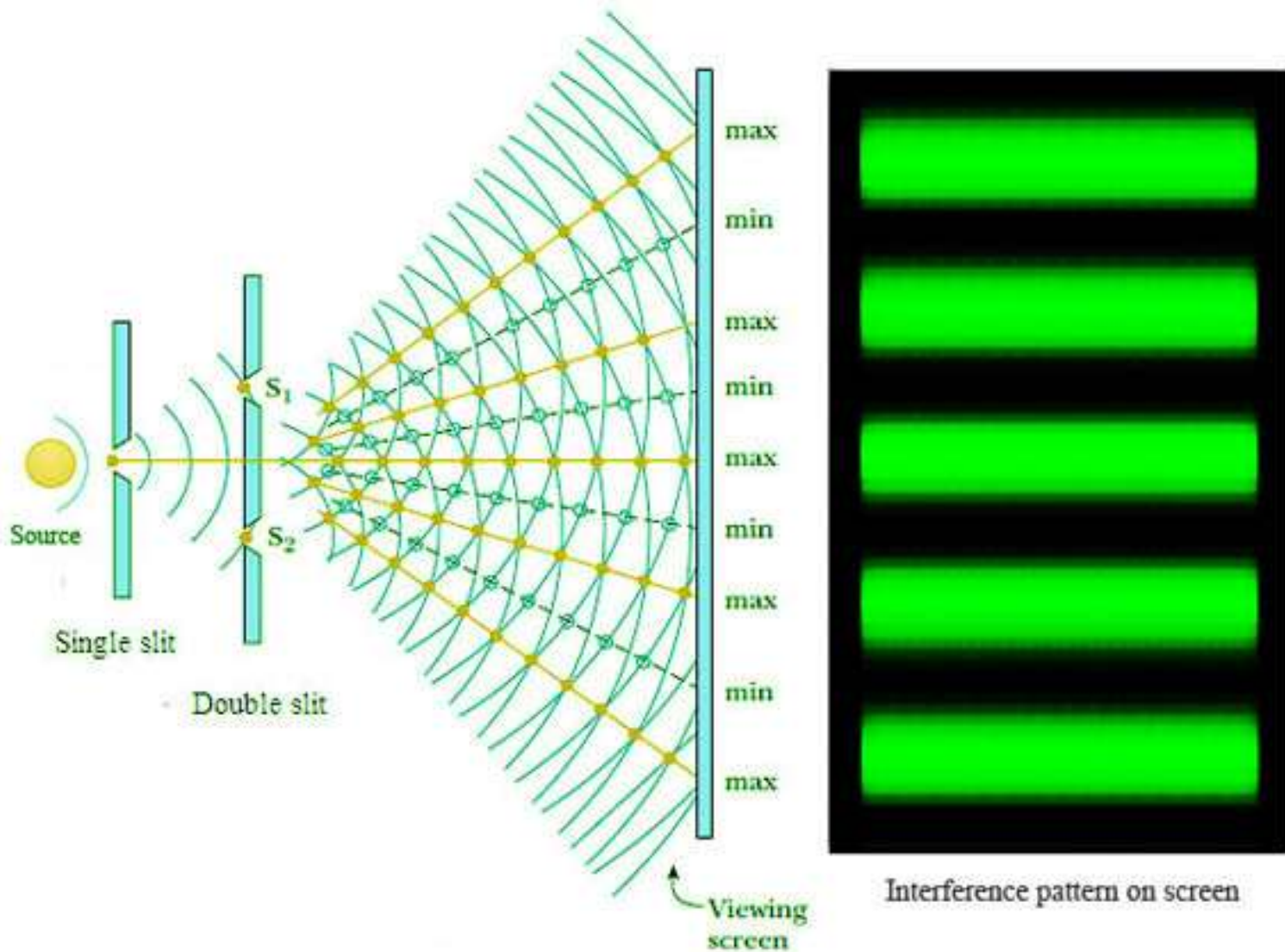
Interferență distructivă – franje întunecoase

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

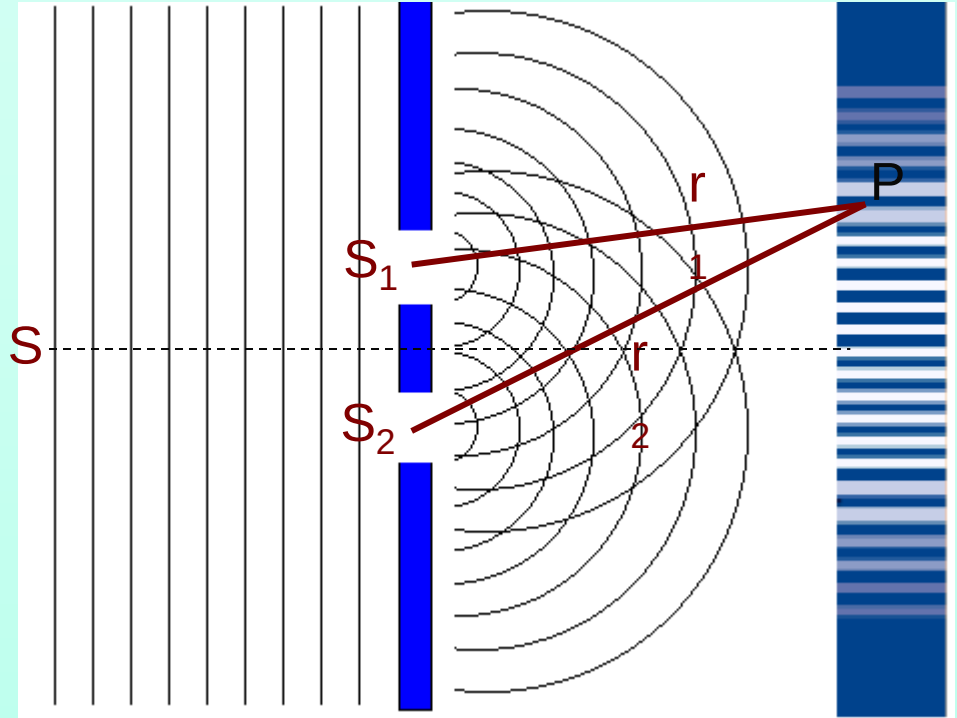
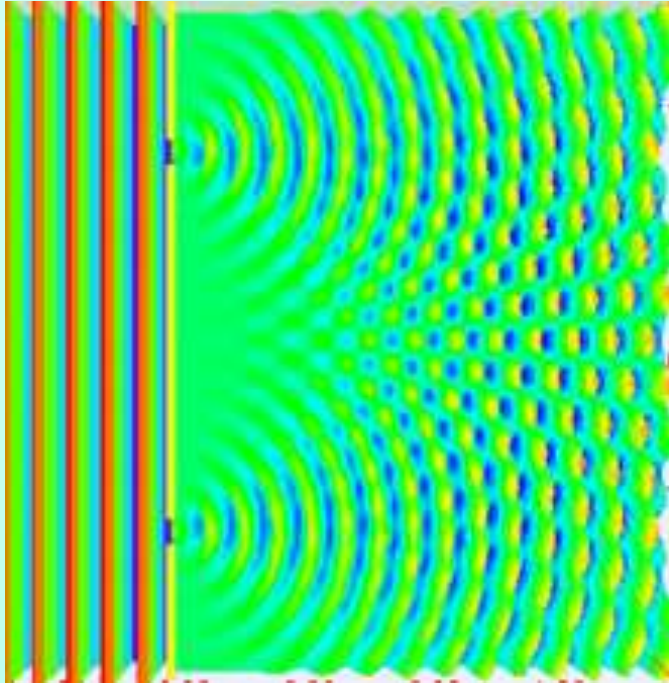
Punctele din zona de interferență pentru care diferența de drum este un multiplu impar de semiunde se află pe o franjă întunecoasă

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

Franje luminoase și întunecoase



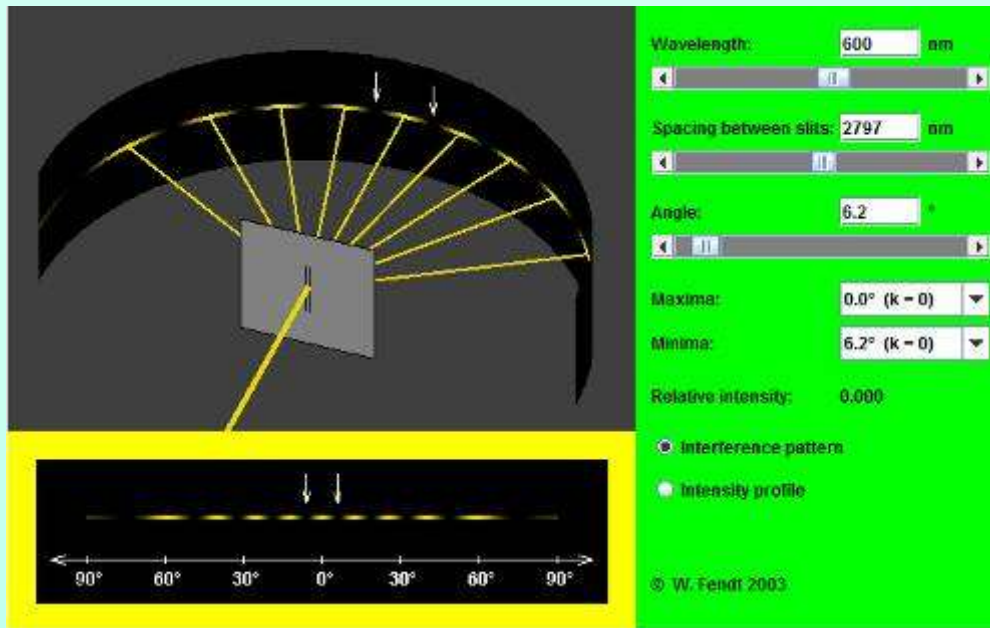
Interferența nelocalizată -dispozitivul lui Young



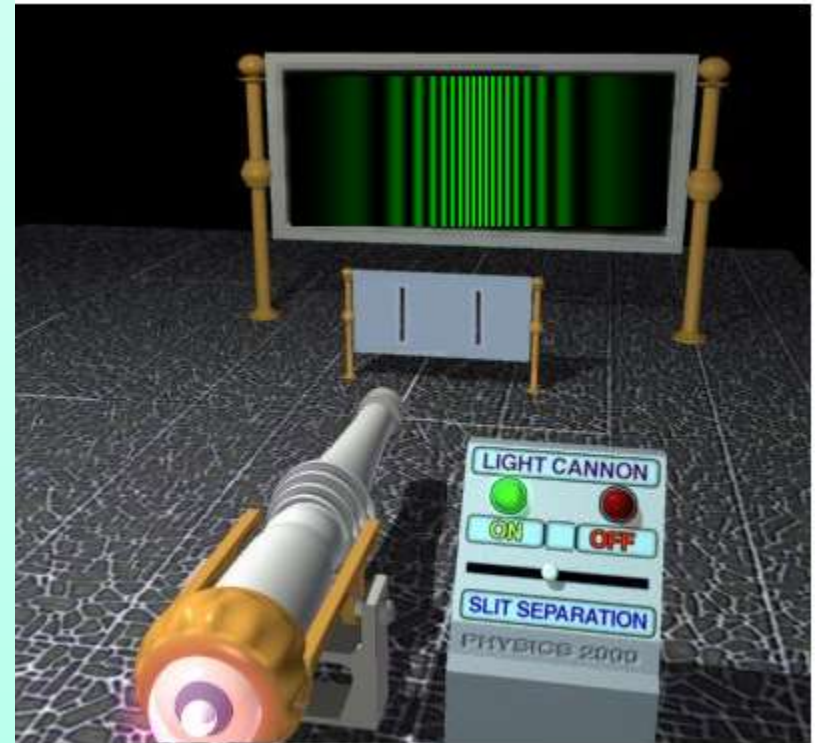
- sursa de lumină S
- paravan cu două fante care constituie două surse punctiforme de lumină S_1 și S_2 care sunt în fază, deoarece provin din același front de undă
- fasciculele provenite de la sursele coerente, S_1 și S_2 , se suprapun pe un ecran, producând franje de interferență

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

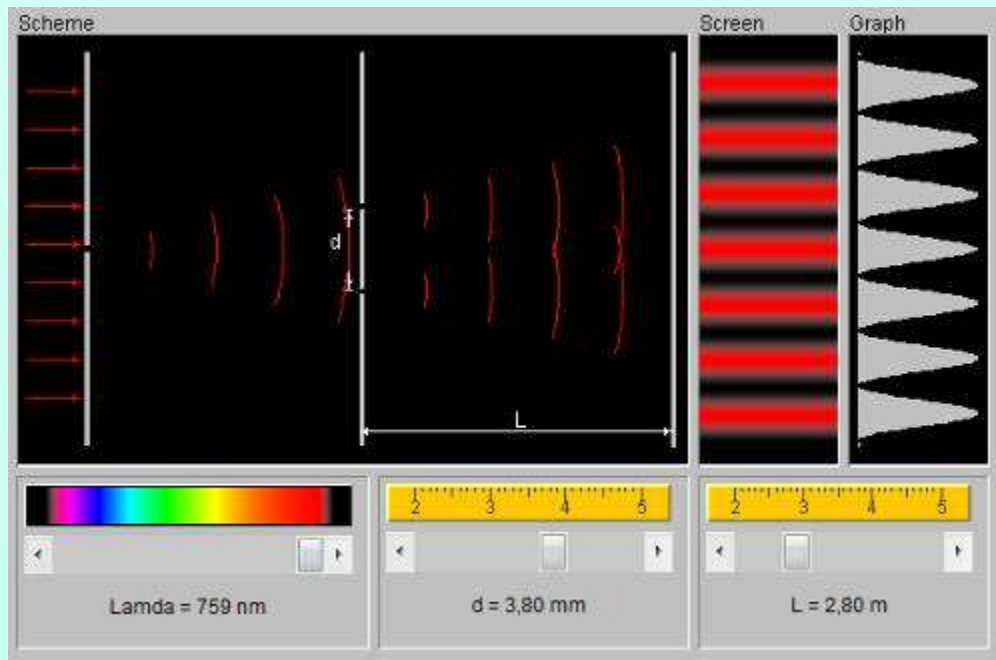
Simulări cu dispozitivul Young



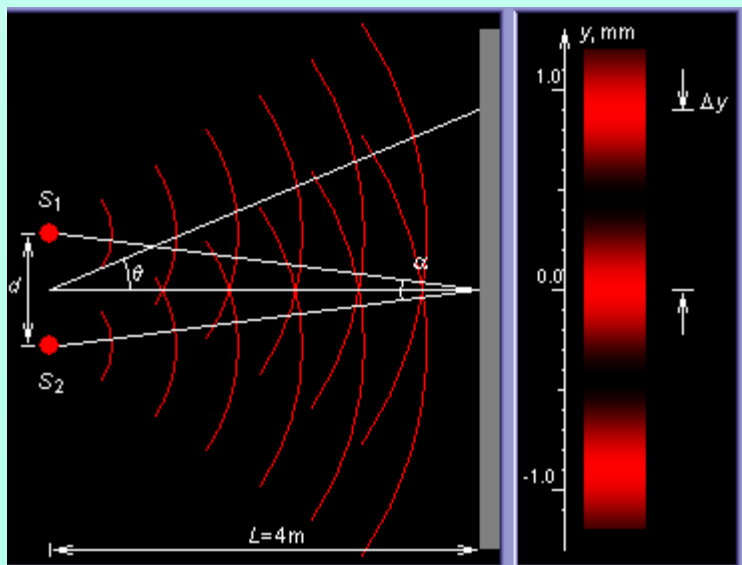
http://www.walter-fendt.de/ph14ro/doubleslit_ro.htm



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

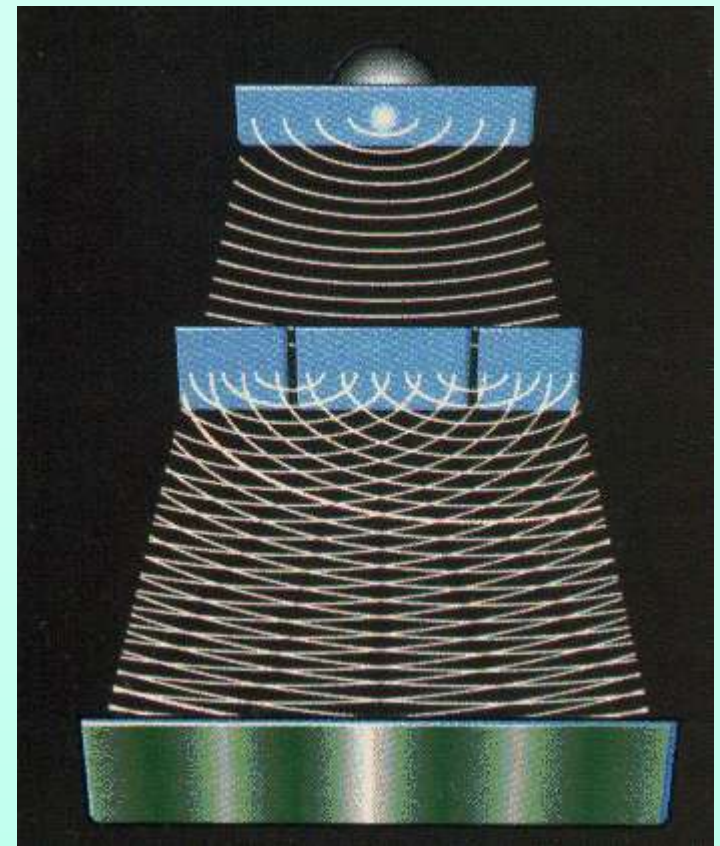


<http://vsg.quasihome.com/interfer.htm>

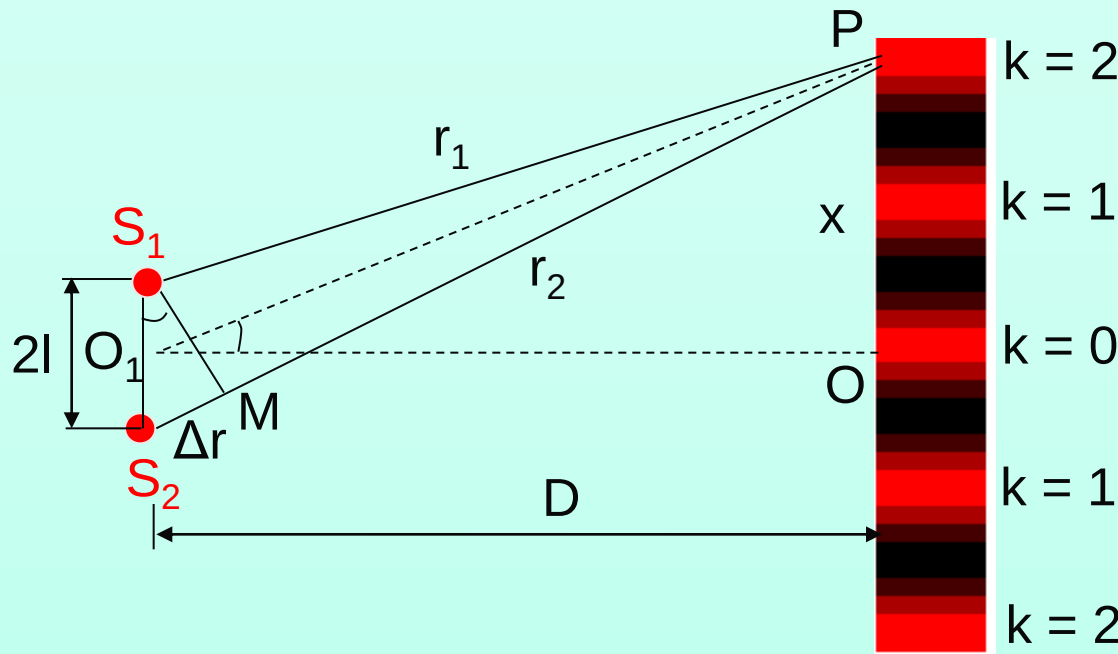


http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/flashlets/youngexpt4.htm

http://www.wwnorton.com/college/physics/om/tutorials/chap35/light_diffraction/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: $\Delta r = k\lambda$

$$x_{\max(k)} = k \frac{\lambda D}{2l}$$

► franje întunecoase: $\Delta r = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

$$x_{\min(k)} = (2k + 1) \frac{\lambda D}{4l}$$

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

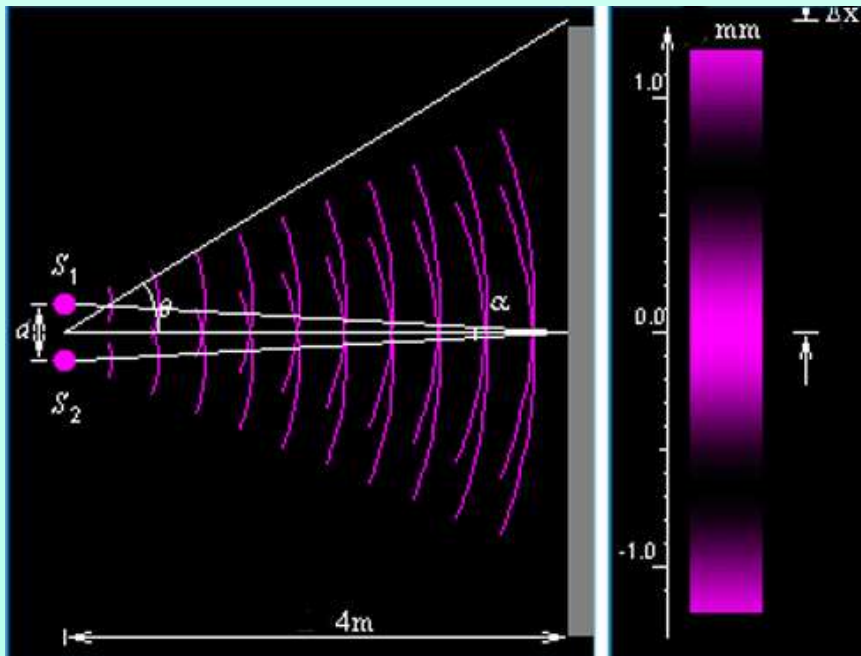
Interfranja

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

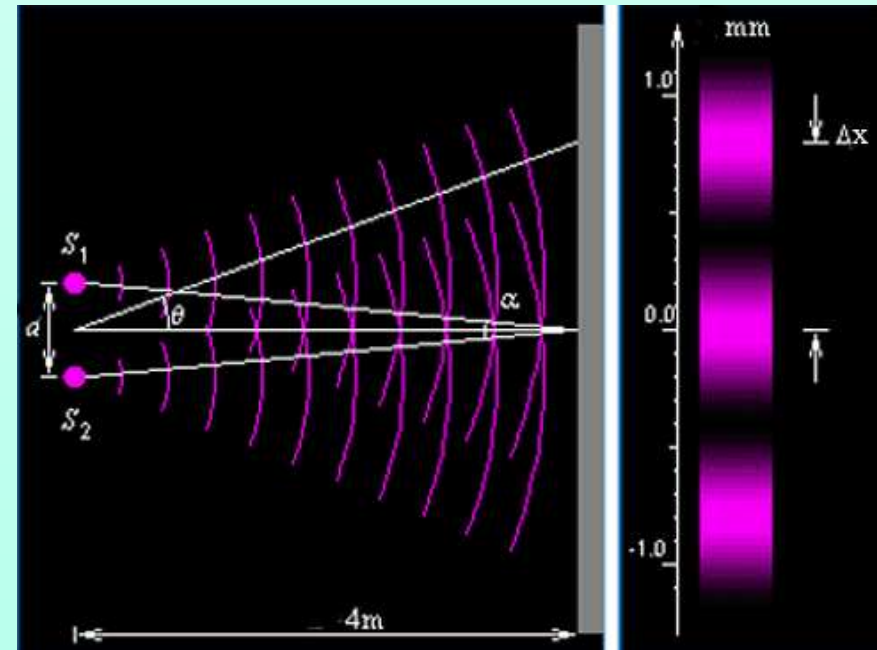
$$i = X_{\max(k+1)} - X_{\max(k)} = X_{\min(k+1)} - X_{\min(k)}$$



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



Dependența interfranței de distanța $2l$ dintre sursele S_1 și S_2



Dependența interfranței de lungimea de undă λ a radiației

Interferența localizată – lama cu fețe plan paralele

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

Mersul razelor de lumină într-o lamă plan paralelă

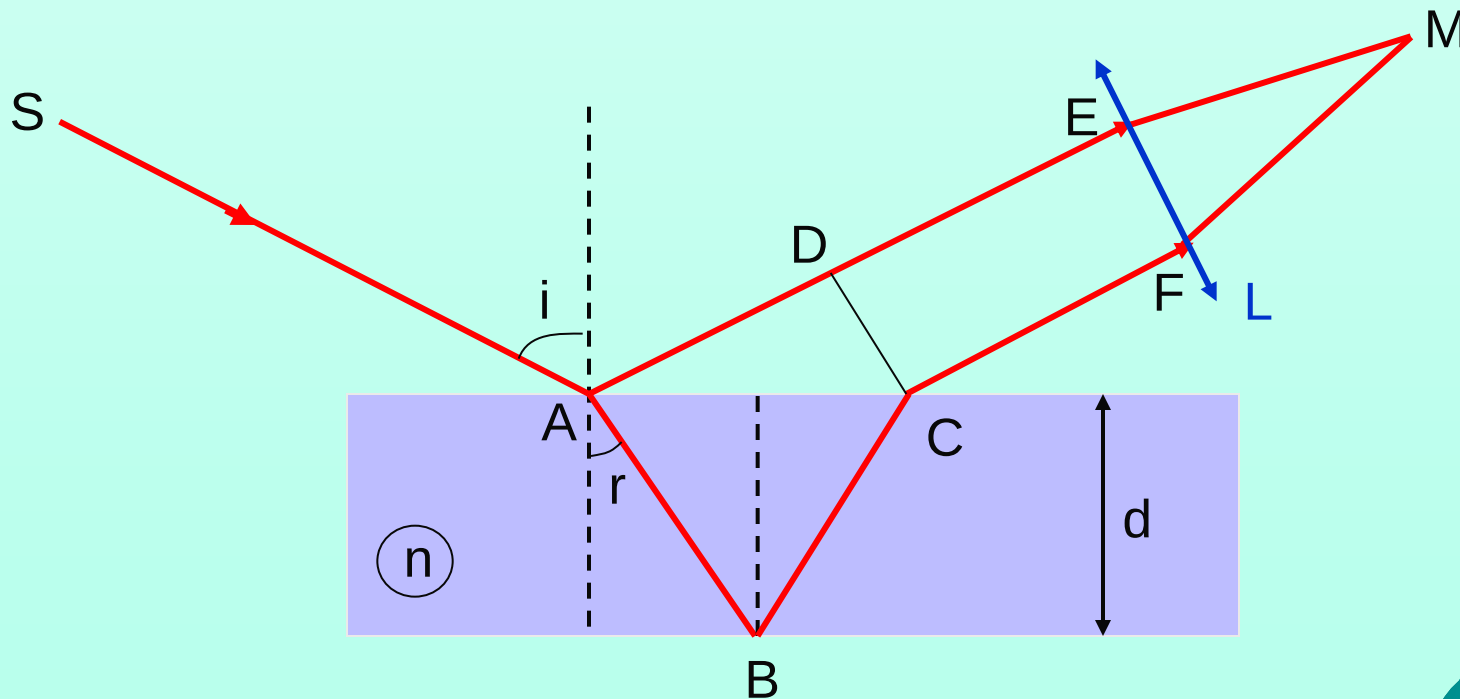


Figura de interferență este localizată în planul focal al lentilei sau în absența acesteia franjele de interferență sunt localizate la infinit.

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

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

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

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

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

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

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 anumite culoare.



Irizarea petelor de ulei pe apă



Irizarea baloanelor de săpun



Irizarea norilor



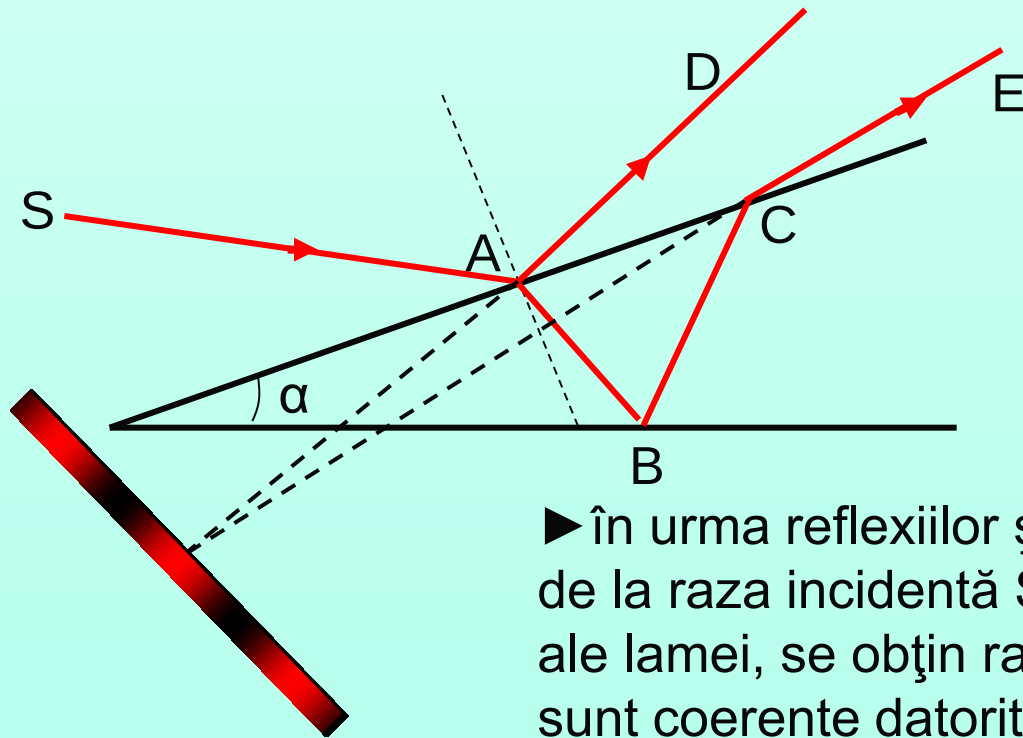
Irizarea sidefului



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



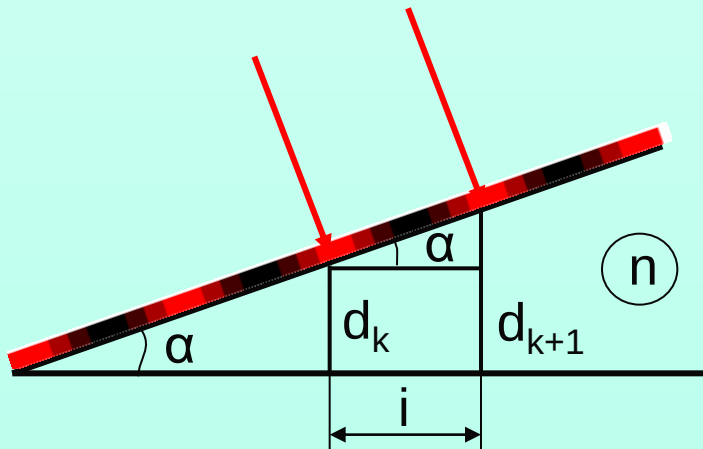
► în urma reflexiilor și refracțiilor provenite de la raza incidentă SA, pe cele două fețe ale lamei, se obțin razele AD și CE, care sunt coerente datorită originii lor comună

► se formează franje de interferență virtuale, localizate într-un plan perpendicular pe planul de incidență

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 acestora 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**)



► pentru maximul de ordinul k:

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

► pentru maximul de ordinul k + 1:

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

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

Interfranja se obține:

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



Simulare

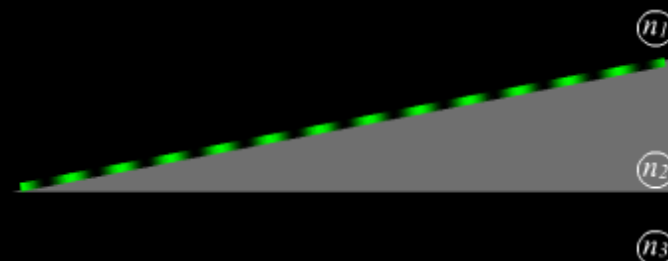
unghiul penei °

indicele de refracție n_1

indicele de refracție n_2

indicele de refracție n_3

lungimea de undă



Cuvinte cheie

mersul razelor de lumină
interfranja

Explicații

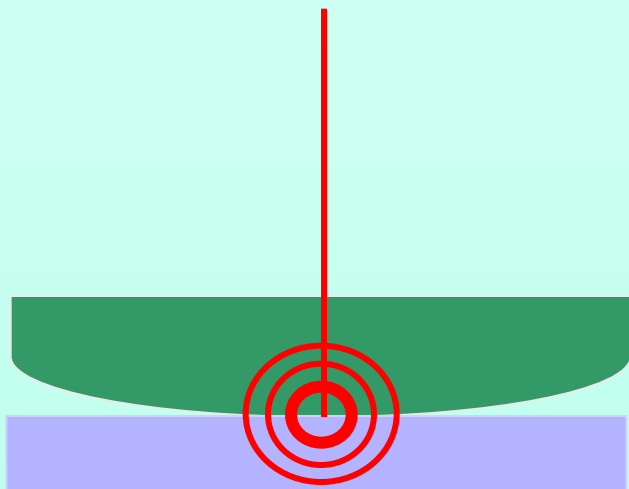
incidență normală $\Rightarrow i=0, r=0$

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

$$\left. \begin{array}{l} \text{în cazul maximelor} \\ 2nd_k + \frac{\lambda}{2} = \frac{2k\lambda}{2} \\ 2nd_{k+1} + \frac{\lambda}{2} = \frac{2(k+1)\lambda}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow 2n(d_{k+1} - d_k) = \lambda \Rightarrow 2n\alpha = \lambda \Rightarrow i = \frac{\lambda}{2n\alpha}$$

Inelele lui Newton

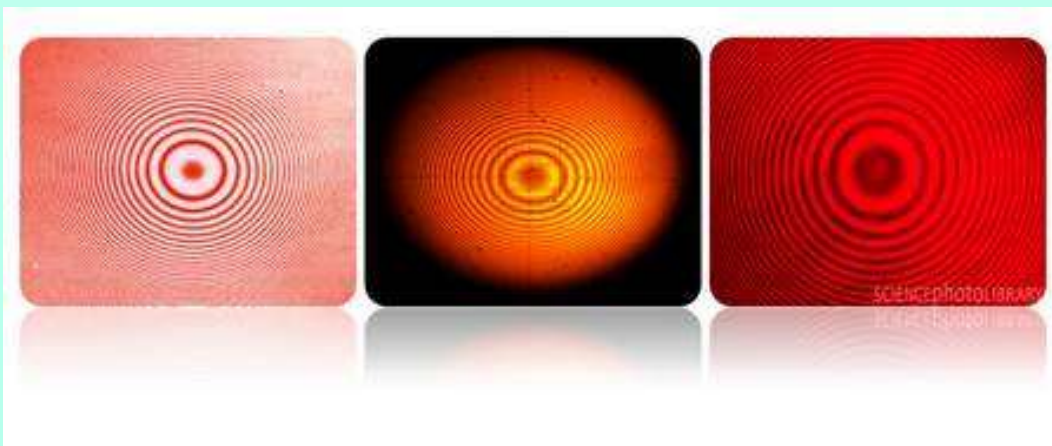
► o lentilă plan-convexă cu distanța focală mare se așează cu fața curbă pe o placă de sticlă plană



► între lentilă și placă se formează o pană de aer subțire, de grosime variabilă

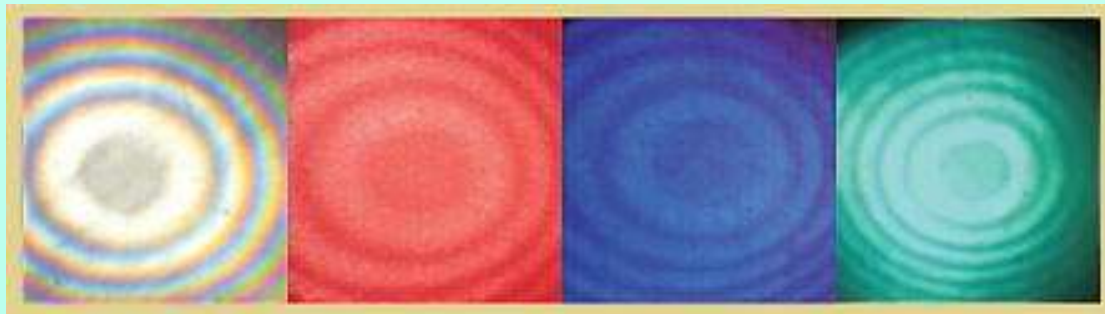
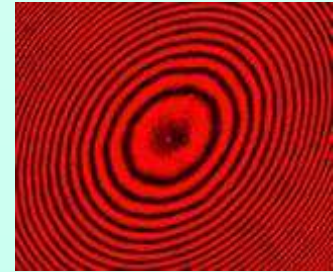
► dacă lentila este iluminată la incidență normală, cu radiații monocromatice, se observă franje circulare, numite **inelele lui Newton**, cu centrele în punctul de contact între lentilă și placă

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





Interferometru



Dacă se utilizează lumină albă inelele de interferență sunt colorate



Simulare

raza lentilei m

indicele de refracție n_1

indicele de refracție n_2

indicele de refracție n_3

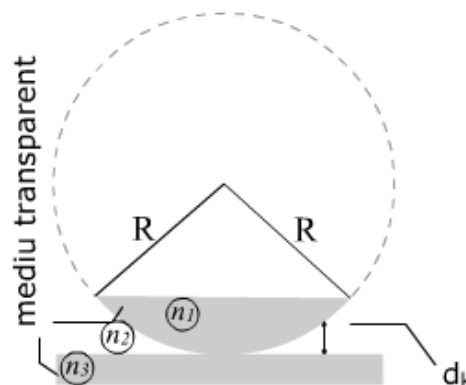
lungimea de undă



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](http://www.google/images)

