4302212 – Física IV

Interferência – II

– Em geral, podemos separar as dependências especial e temporal:

$$\mathcal{E}(\mathbf{r},t) = \nu(\mathbf{r})e^{-i\omega t}$$

– **Onda Plana (monocromática)**: $\nu(\mathbf{r},t) = Ae^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}+\delta)}$

– **Onda Esférica**: $\nu(r) = \dfrac{A}{r}e^{i(kr+\delta)}$

– **Intensidade**: $\mathcal{I}(\mathbf{r}) \equiv \nu^*(\mathbf{r})\nu(\mathbf{r}) = |\nu(\mathbf{r})|^2$

– **Interferêcnia**: $\mathcal{I}(\mathbf{r}) = |\mathcal{E}_1(\mathbf{r},t) + \mathcal{E}_2(\mathbf{r},t)|^2$

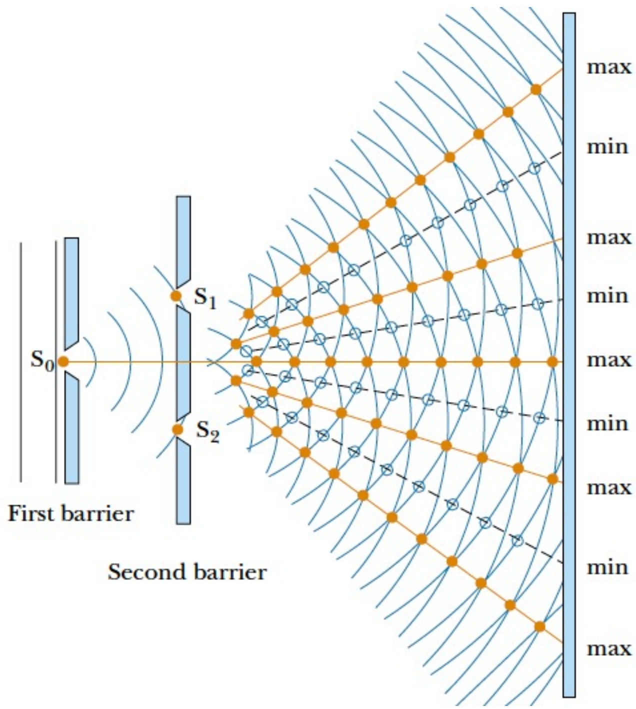
$$= \mathcal{I}_1(\mathbf{r}) + \mathcal{I}_2(\mathbf{r}) + 2\sqrt{\mathcal{I}_1(\mathbf{r})\mathcal{I}_2(\mathbf{r})}\cos(\phi_1 - \phi_2)$$

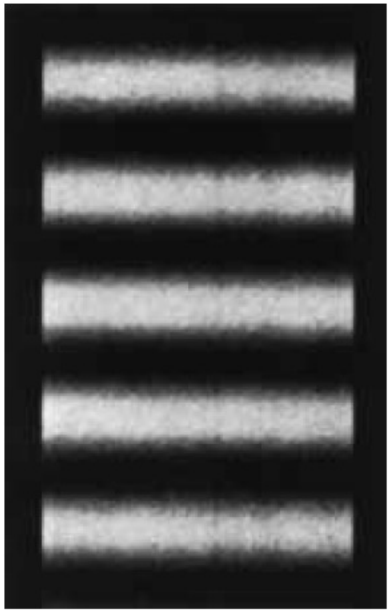
– Vídeo: interferência entre ondas na superfície da água

https://www.youtube.com/watch?v=5raMmc7BeEY&t=21s

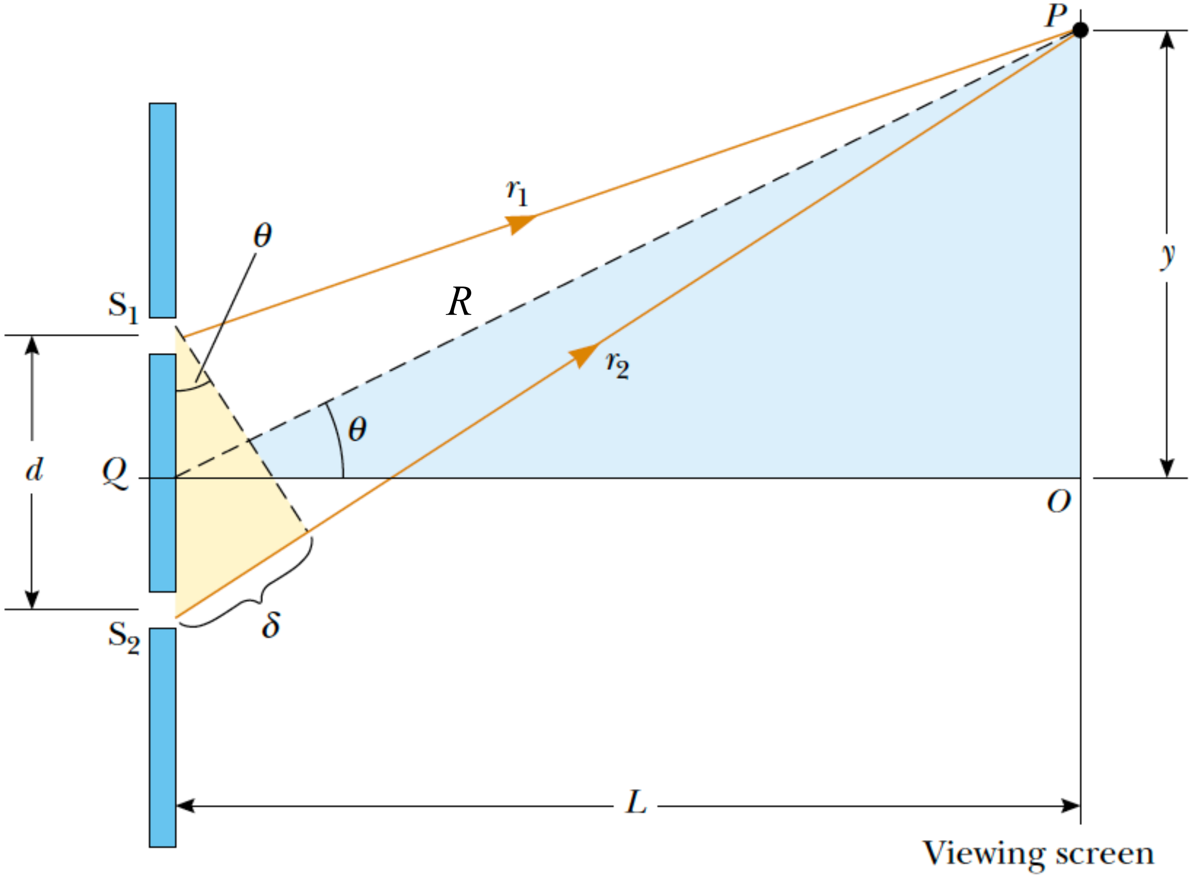
https://www.youtube.com/watch?v=nuaHY5lj2AA&t=317s

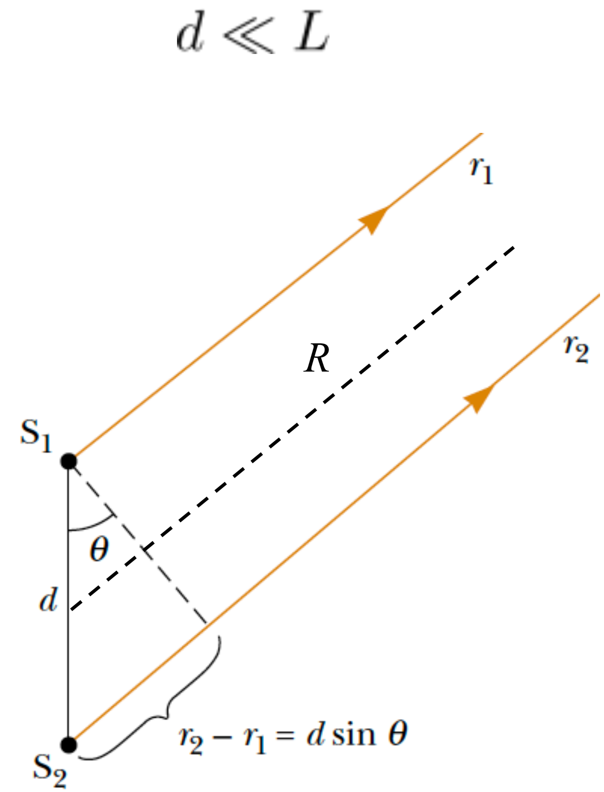
Thomas Young (1801): interferência de “ondas de luz”





– Iremos considerar ondas monocromáticas, e também que uma mesma frente de onda dá origem a outras duas em S_1 e S_2.





– No ponto *P*:

$$\nu(P) = \nu_1(P) + \nu_2(P)$$
$$= \frac{A}{r_1}e^{ikr_1} + \frac{A}{r_2}e^{ikr_2}$$

$$r_1 = R - \frac{d}{2}\text{sen}\theta$$

$$r_2 = R + \frac{d}{2}\text{sen}\theta$$

$$\mathcal{I}(\mathbf{r}) = \mathcal{I}_1(\mathbf{r}) + \mathcal{I}_2(\mathbf{r}) + 2\sqrt{\mathcal{I}_1(\mathbf{r})\mathcal{I}_2(\mathbf{r})}\cos(\phi_1 - \phi_2)$$

$$\mathcal{I}_1(\mathbf{r}) = \mathcal{I}_2(\mathbf{r}) = \frac{A^2}{R^2}$$

$$(\phi_1 - \phi_2) = kd\,\mathrm{sen}\theta$$

– A diferença de fase em *P* resulta da diferença de caminho:

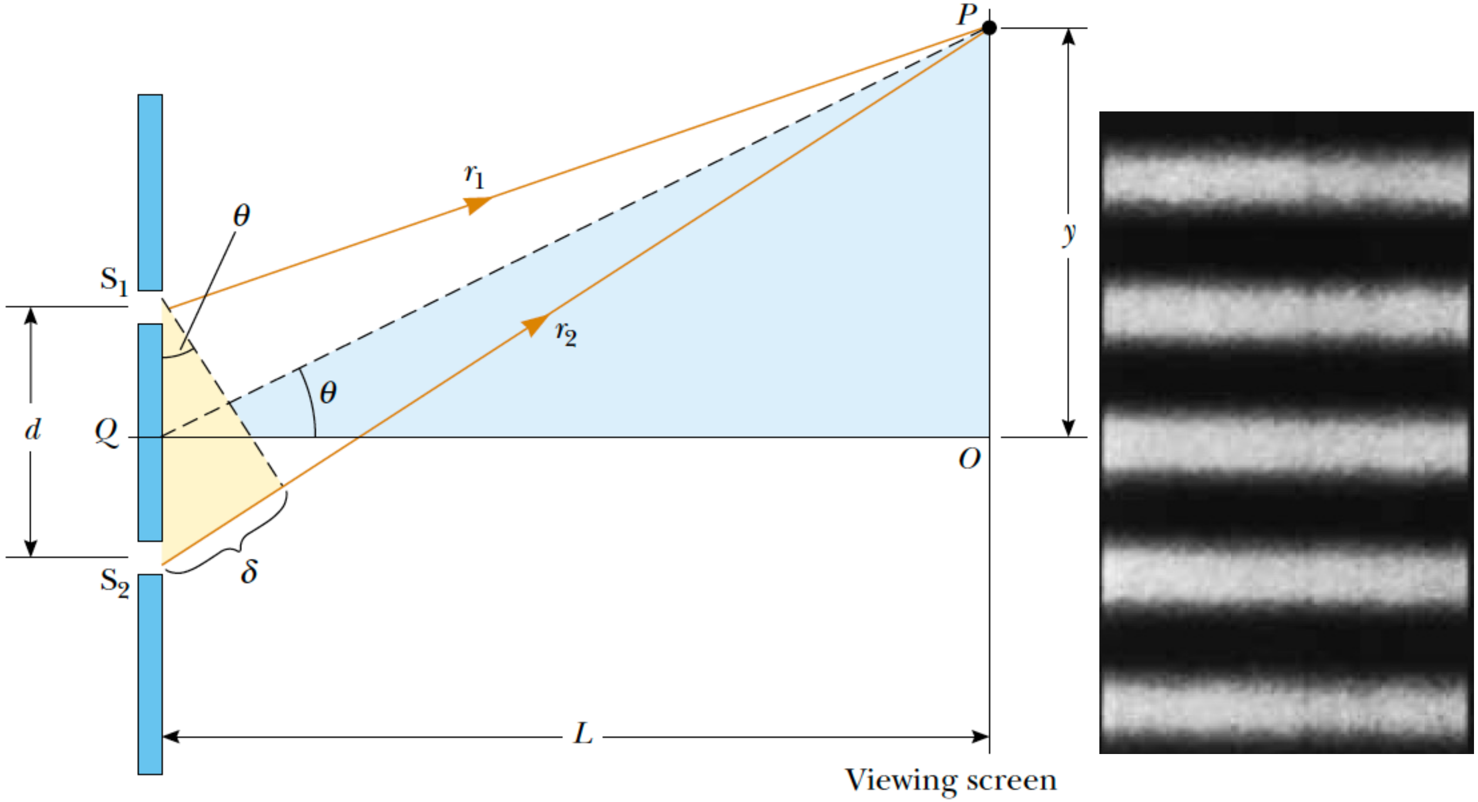
$$\frac{(\phi_1 - \phi_2)}{k} = d\,\mathrm{sen}\theta = (r_2 - r_1)$$

$$\mathcal{I}(\mathbf{r}) = 2\frac{A^2}{R^2}\left[1 + \cos(\phi_1 - \phi_2\right]$$

$$= 4\frac{A^2}{R^2}\cos^2\left(\frac{kd\mathrm{sen}\theta}{2}\right)$$

Exercício: Quais são as posições das franjas claras (máximos de intensidade) e escuras (mínimos de intensidade), em função das variáveis θ e y ?

Dica: Perceba que nas condições propostas $\theta << 1$.



$$\mathcal{I} = \mathcal{I}_0 \cos^2\left(\frac{kd\,\mathrm{sen}\theta}{2}\right)$$

– Franjas claras (máximos):

$$\cos^2\left(\frac{kd\text{sen}\theta}{2}\right) = 1 \implies d\,\text{sen}\theta = \lambda\, m \;,\quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

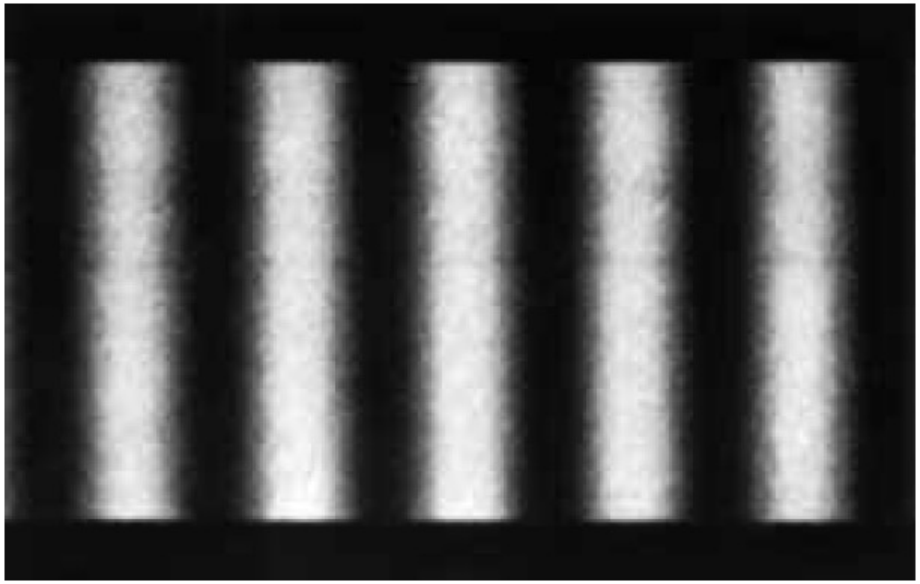
$$y = L\text{tg}\theta \approx \; L\text{sen}\theta = L\frac{\lambda}{d}\, m$$

– Franjas escuras (mínimos):

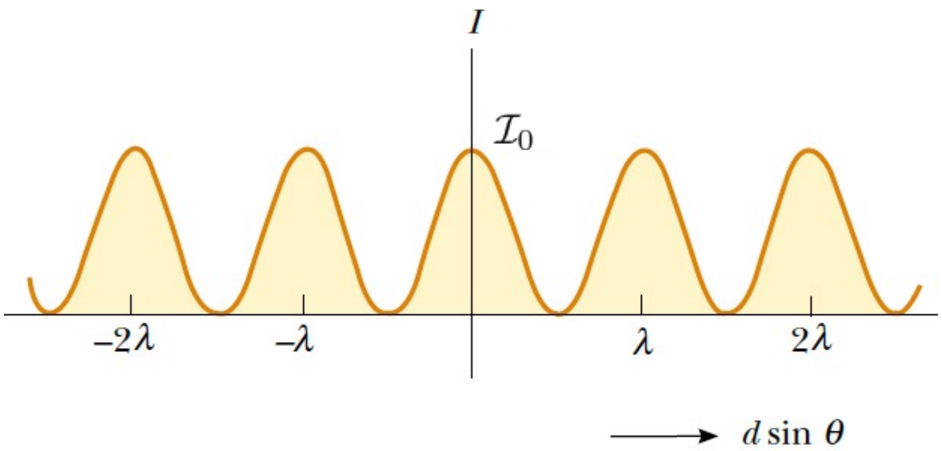
$$\cos^2\left(\frac{kd\text{sen}\theta}{2}\right) = 0 \implies d\,\text{sen}\theta = \lambda\,(m + \frac{1}{2}) \;,\quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$$

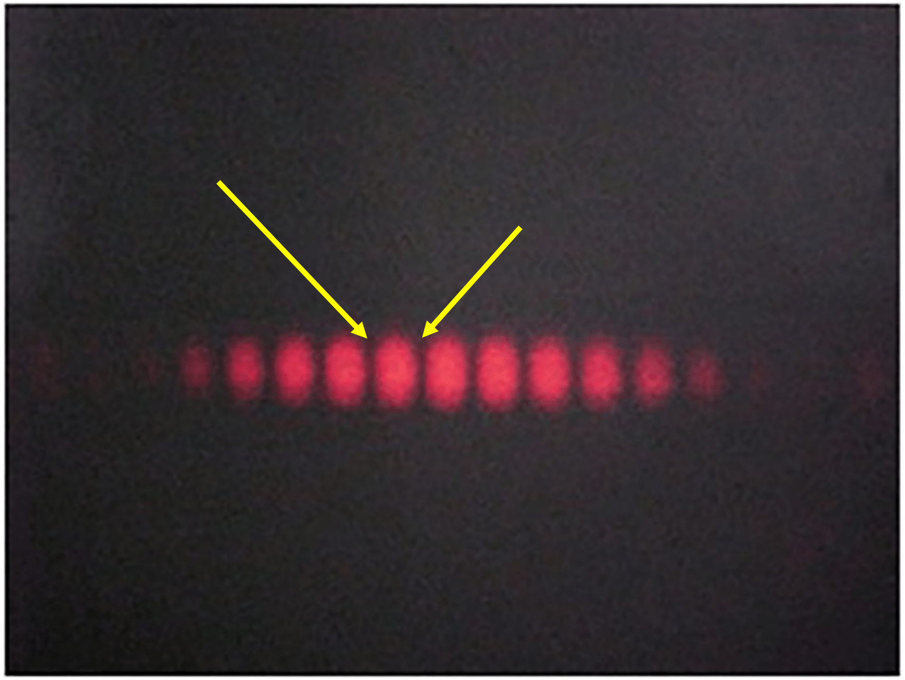
$$y = L\text{tg}\theta \approx \; L\text{sen}\theta = L\frac{\lambda}{d}\,(m + \frac{1}{2})$$

– **Intensidade**:



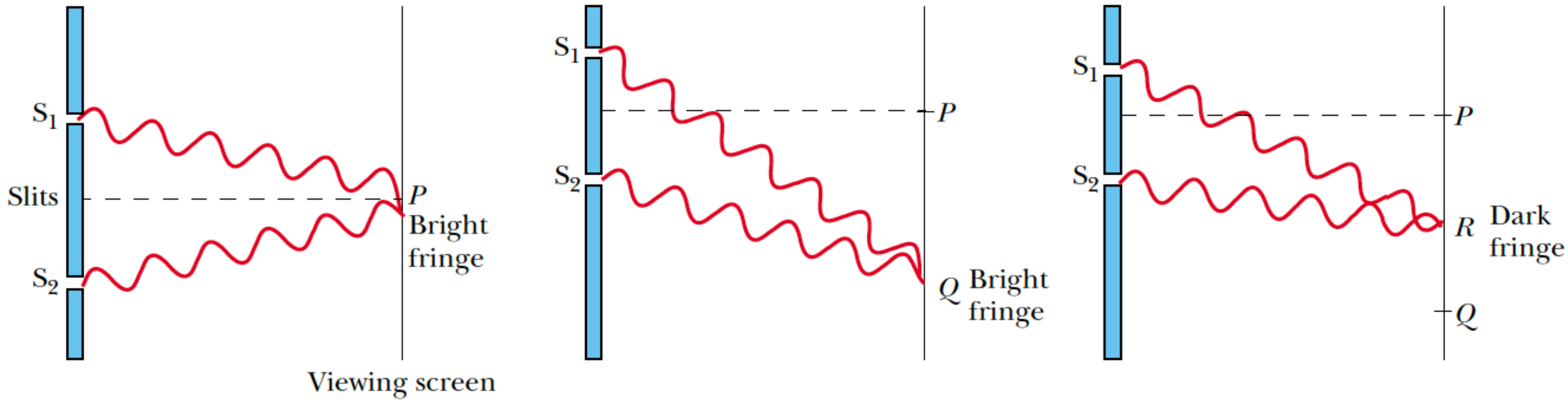
$$\mathcal{I} = \mathcal{I}_0 \cos^2\left(\frac{kd\text{sen}\theta}{2}\right)$$





DOI: 10.1590/S1806-11172014000200008

Questão: Em regiões como as indicadas pelas setas, a intensidade da radiação EM é zero ($E = S = 0$). É correto afirmar que essas regiões estão iluminadas? Em que sentido estão ou não estão iluminadas?



$$\mathcal{I}(P) > 0 \text{ e } \mathcal{I}(Q) > 0$$

$$\mathcal{I}(R) = 0\ , \quad \text{mas } \mathcal{I}_1(R) = \mathcal{I}_2(R) > 0$$