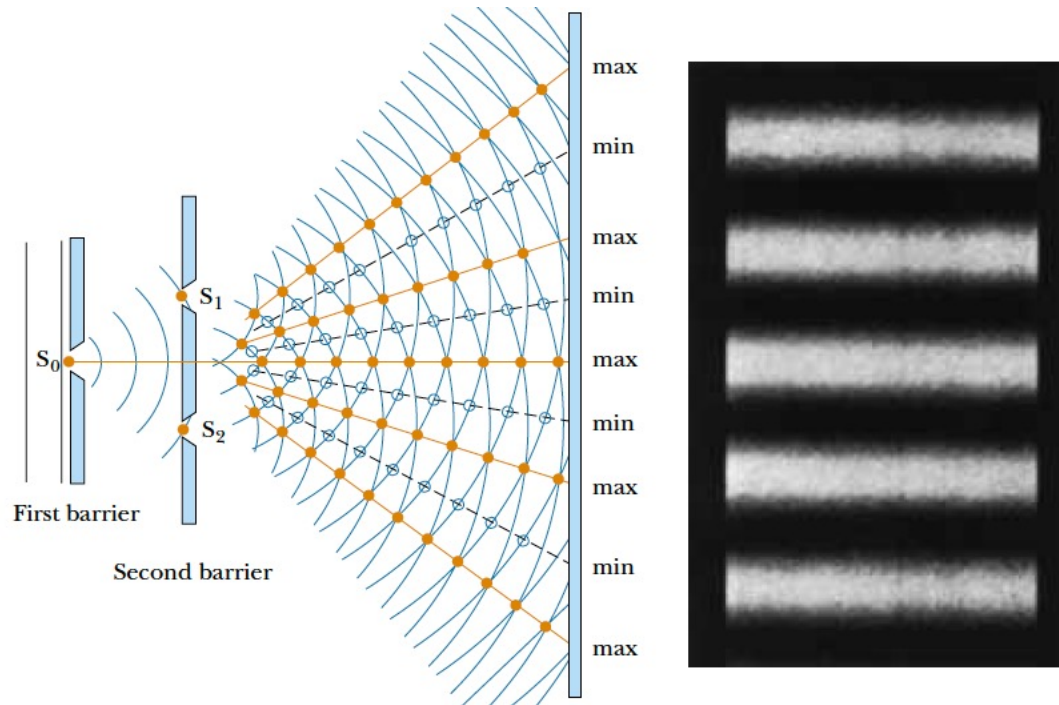




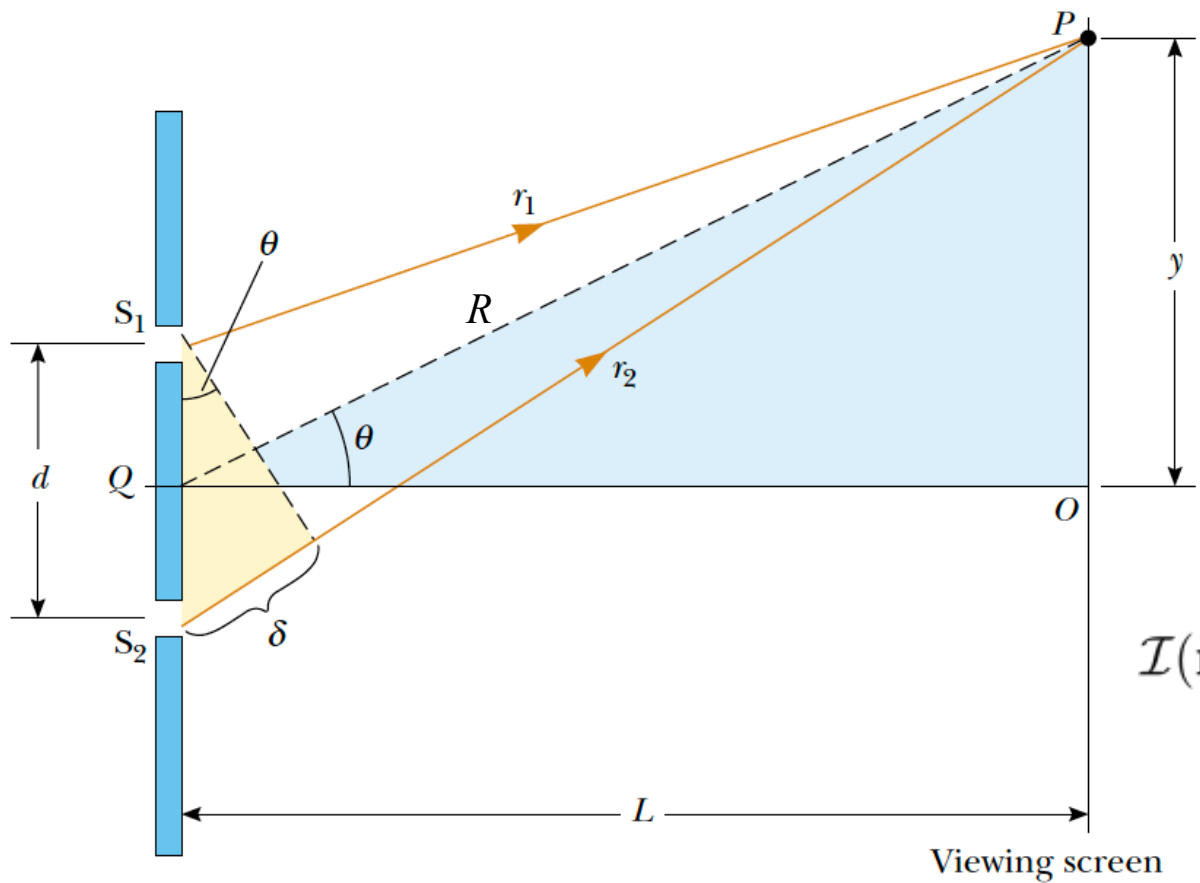
4302212 – Física IV

Interferência – III

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 .



$$\begin{aligned} \mathcal{I}(\mathbf{r}) &= 2 \frac{A^2}{R^2} [1 + \cos(\phi_1 - \phi_2)] \\ &= 4 \frac{A^2}{R^2} \cos^2 \left(\frac{k d \sin \theta}{2} \right) \end{aligned}$$

Franjas claras (máximos)

$$d \sin \theta = \lambda m, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

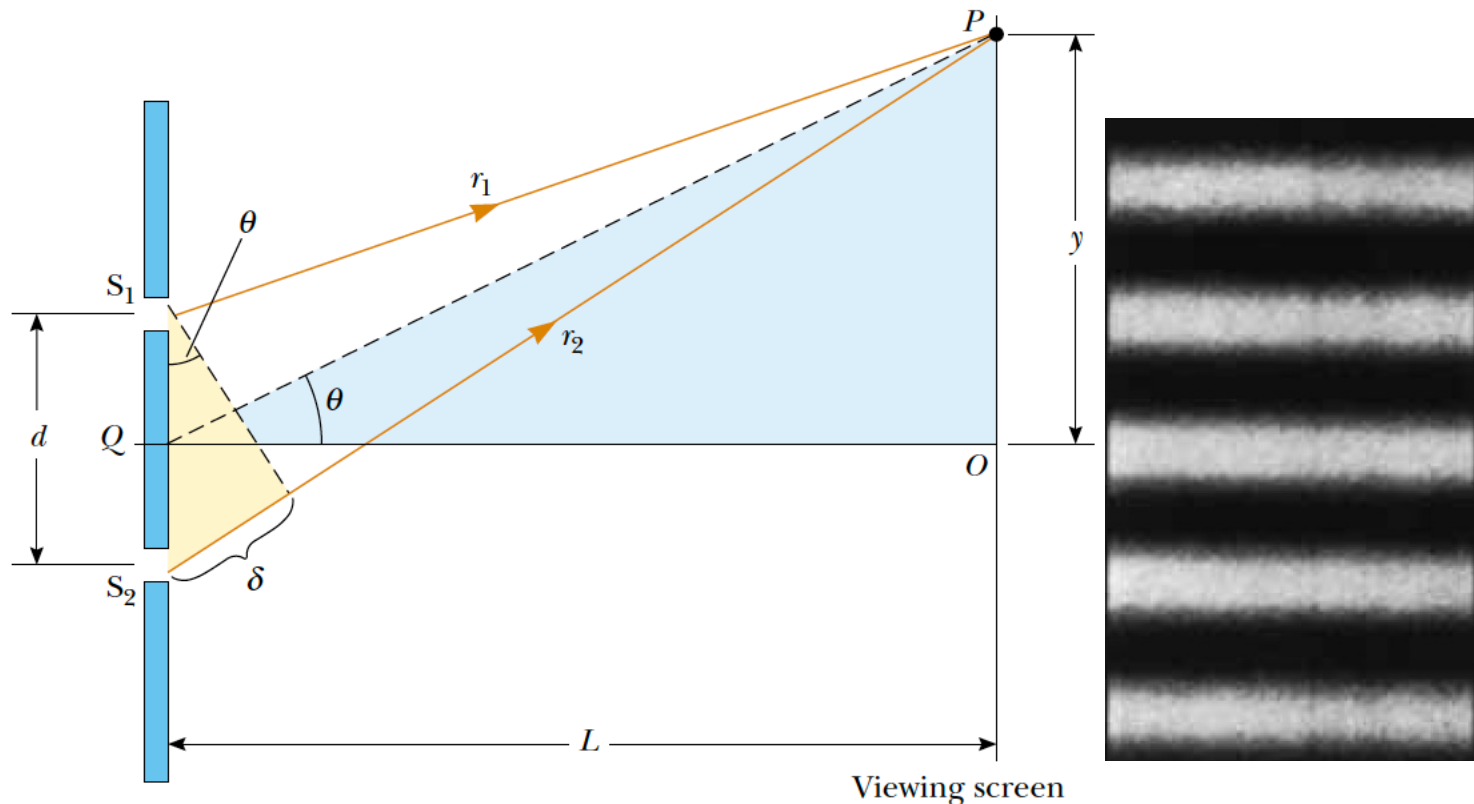
$$y = L \frac{\lambda}{d} m$$

Franjas oscuras (mínimos)

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

$$y = L \frac{\lambda}{d} \left(m + \frac{1}{2} \right)$$

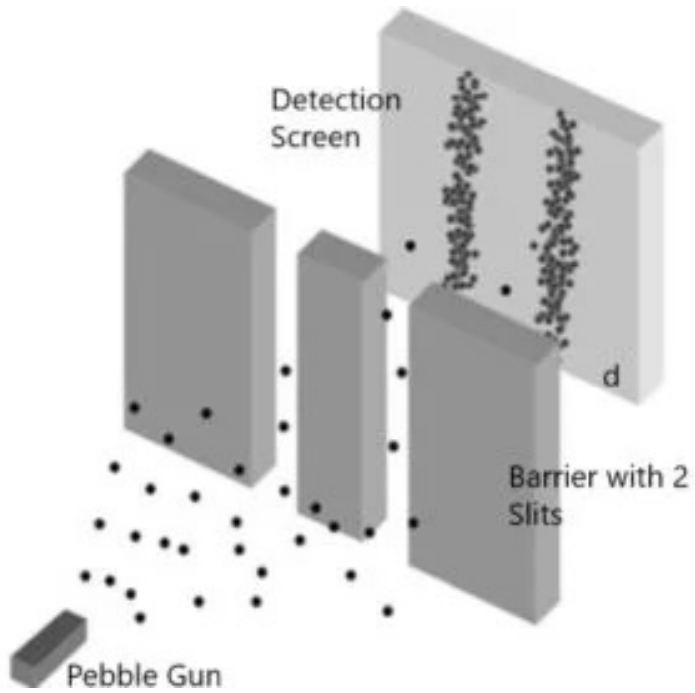
Exercício: Em uma realização do experimento de Young, o anteparo dista 1.2m do plano das fendas. A separação entre as fendas é 0.03mm. A franja clara de segunda ordem ($m = 2$) dista 4.5cm do ponto O . (a) Qual o comprimento de onda da luz monocromática utilizada no experimento? (b) Qual a distância entre franjas claras adjacentes?



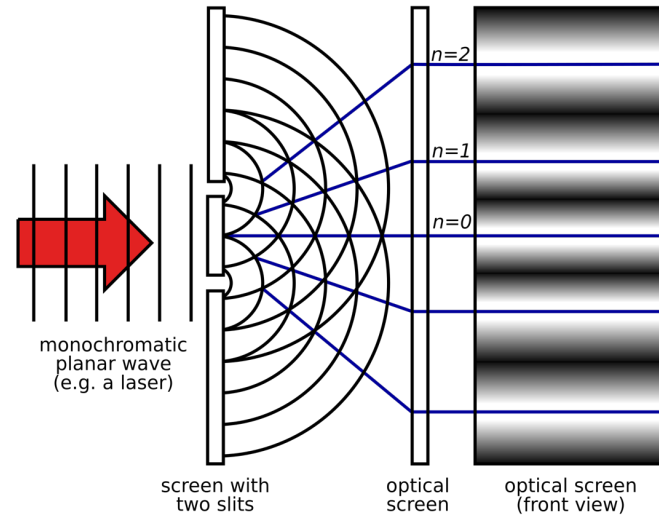
$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{dy_2}{mL} = \frac{(3.0 \times 10^{-5} \text{ m})(4.5 \times 10^{-2} \text{ m})}{2(1.2 \text{ m})} \\ &= 5.6 \times 10^{-7} \text{ m} = \boxed{560 \text{ nm}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y_{m+1} - y_m &= \frac{\lambda L(m+1)}{d} - \frac{\lambda Lm}{d} \\ &= \frac{\lambda L}{d} = \frac{(5.6 \times 10^{-7} \text{ m})(1.2 \text{ m})}{3.0 \times 10^{-5} \text{ m}} \\ &= 2.2 \times 10^{-2} \text{ m} = \boxed{2.2 \text{ cm}}\end{aligned}$$

Ondas vs Partículas (Clásicas)



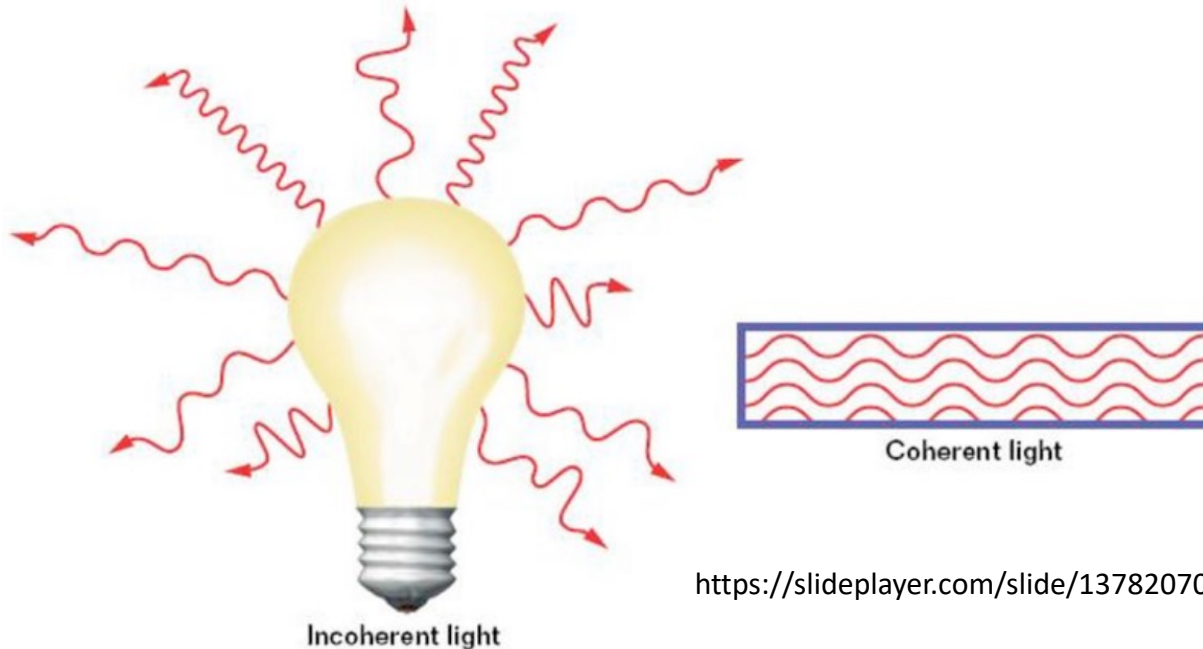
<https://brilliantlightpower.com/double-slit/>



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Two-Slit_Experiment_Light.svg

Coerência

Emissão térmica de luz: Processos em escala atômica aleatórios, com duração de $\sim 10^{-8}$ s. Em um modelo simples, a lâmpada emite trens de onda aproximadamente monocromáticos. Como simplificação adicional, vamos admitir que todos os trens de onda têm a mesma frequência ω .



- **Modelo para a emissão térmica:** N fontes puntiformes com *distribuição aleatória de diferenças de fase*.

$$\mathcal{E} = \sum_{j=1}^N \nu_j e^{-i\omega t} = \sum_{j=1}^N A_j e^{i\phi_j} e^{-i\omega t}$$

- **Interferência:**

$$\begin{aligned} \mathcal{I} &= \sum_{j=1}^N \mathcal{I}_j + \sum_{k < j} 2\sqrt{I_j I_k} \underbrace{\cos(\phi_j - \phi_k)}_{\substack{\text{distribuição aleatória} \\ \text{(equiprovável)}}} \\ &= \sum_{j=1}^N \mathcal{I}_j \end{aligned}$$

$\cos(\pi - \theta) = -\cos(\theta)$

- Para observar a interferência, é preciso que as ondas sejam *coerentes* (em termos simples, diferenças de fase constantes).