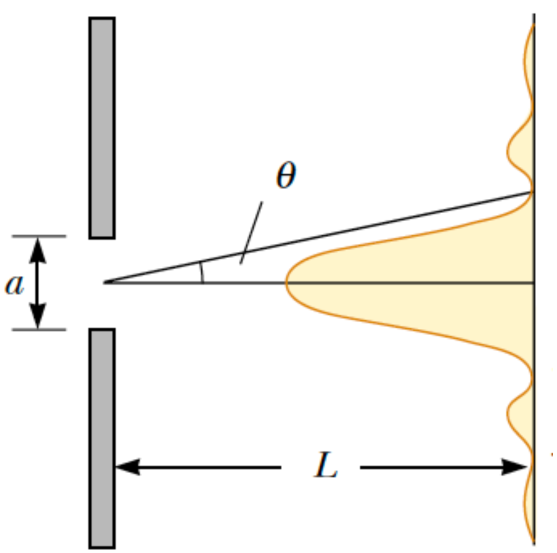
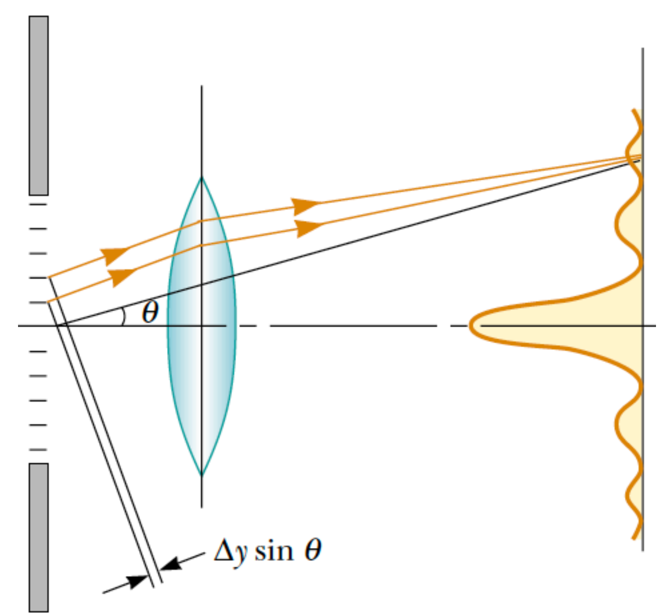
4302212 – Física IV

Difração – II

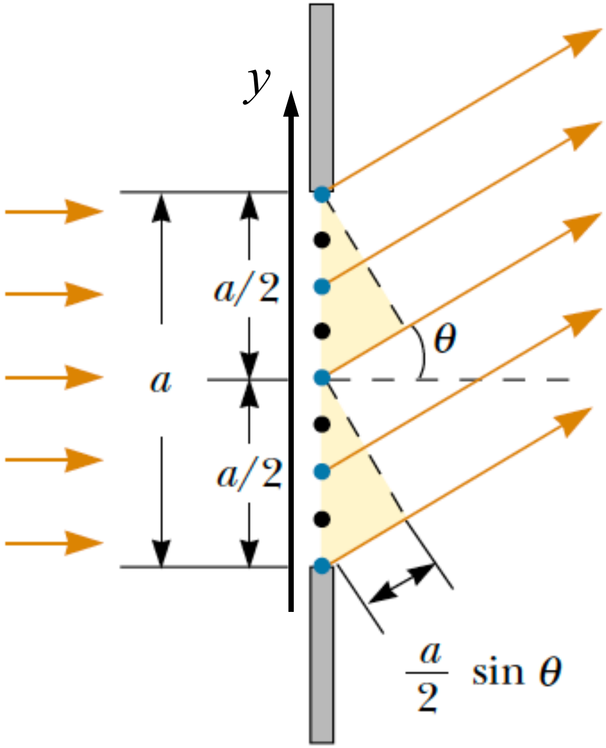
Difração

Difração de Fraunhofer: padrão de difração depende apenas da direção de observação. Realizável com anteparos distantes do objeto difratante (ou pelo uso de lentes).

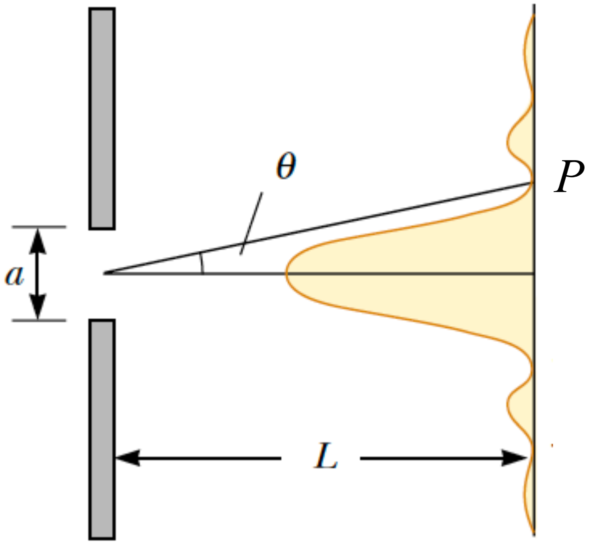




Fenda Estreita



(difração em 1D)



$$\nu(P) = \int_{\text{fenda}} d\nu(P)$$

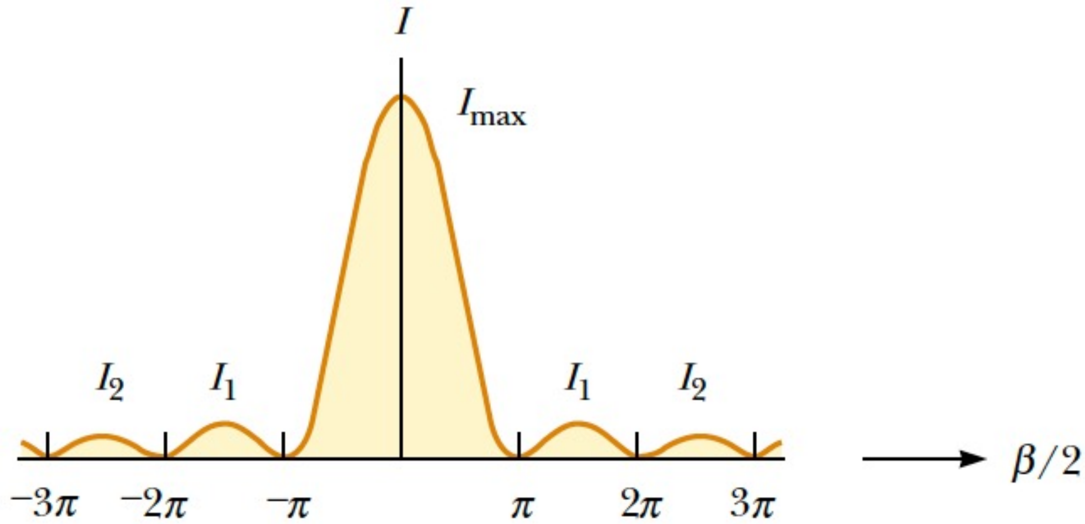
$$\mathcal{I}(\beta) = \mathcal{I}_0 \frac{\text{sen}^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2} \qquad \beta \equiv ka\,\text{sen}\theta$$

Máximo Central:

$$\beta = \text{sen}\theta = 0$$

Mínimos de intensidade:

$$a\,\text{sen}\theta = m\lambda\,, \quad \pm 1, \pm 2 \pm 3, \cdots$$



(a)

(b)

Exercício: Luz com comprimento de onda λ = 580 nm incide sobre uma fenda estreita com largura 0.300 mm. O anteparo está situado à distância de 2.00 m. Encontre a abertura angular da franja clara central e a distância entre as franjas escuras mais próximas ($|m| = 1$).

Abertura angular: observando que λ << *a*:

$$\Delta\theta = (\theta_{m+1} - \theta_{m-1}) \approx (\text{sen}\theta_{n+1} - \text{sen}\theta_n)$$

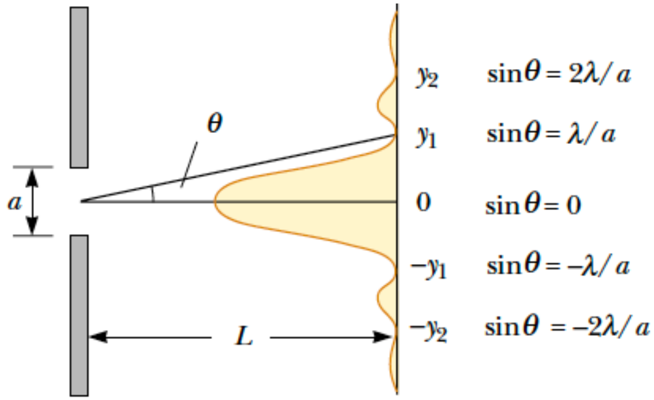
$$\Delta\theta \approx \frac{2\lambda}{a} = \frac{2(580 \times 10^{-9})}{0.300 \times 10^{-3}} = 3.87 \times 10^{-3}\,\text{rad}$$

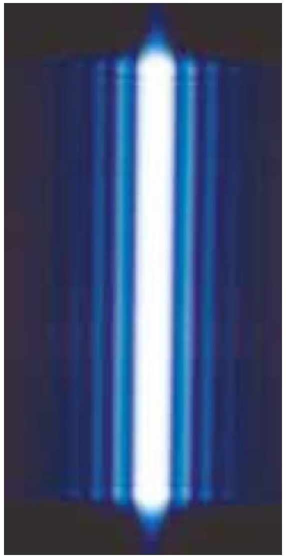
Distância:

$$y_1 = L\,\text{tg}\theta \approx L\,\text{sen}\theta = L\frac{\lambda}{a} = 2.00\frac{580 \times 10^{-9}}{0.300 \times 10^{-3}} = 3.87 \times 10^{-3}\,\text{m}$$

$$d = (y_1 - y_{-1}) = 2 \times 3.87 \times 10^{-3}$$

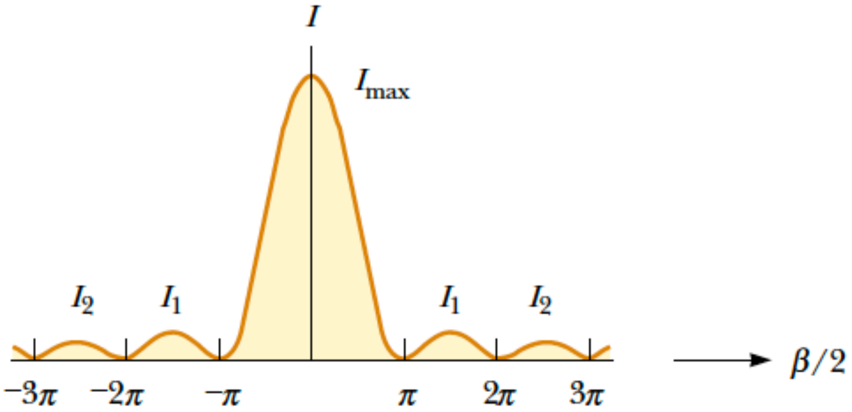
$$d = 7.74 \times 10^{-3}\,\text{m}$$





Exercício: Estime a razão entre a intensidade dos máximos secundários (vizinhos) e do máximo central.

$$\mathcal{I}(\beta) = \mathcal{I}_0 \frac{\mathrm{sen}^2(\beta/2)}{(\beta/2)^2}$$



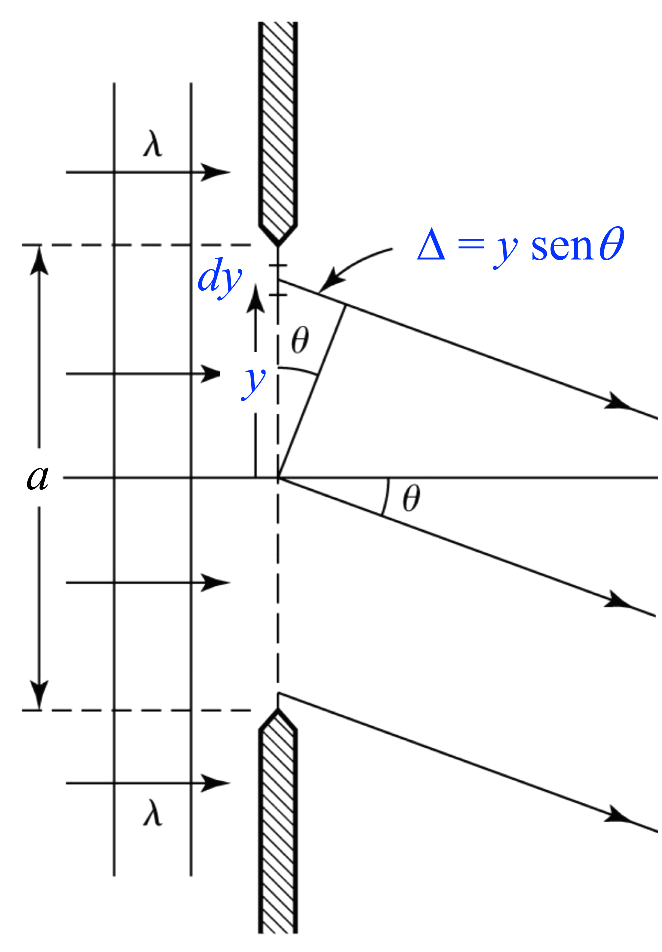
Vamos aproximar as posições dos máximos pelo ponto médio entre os mínimos:

$$\frac{\beta_{\rm max}}{2} \approx \pm \frac{3\pi}{2}$$

$$\frac{\mathcal{I}}{\mathcal{I}_0} = \frac{1}{(3\pi/2)^2} = 0.045$$

Difração por Duas Fendas

1) Recordando a discussão da última aula (1 fenda):



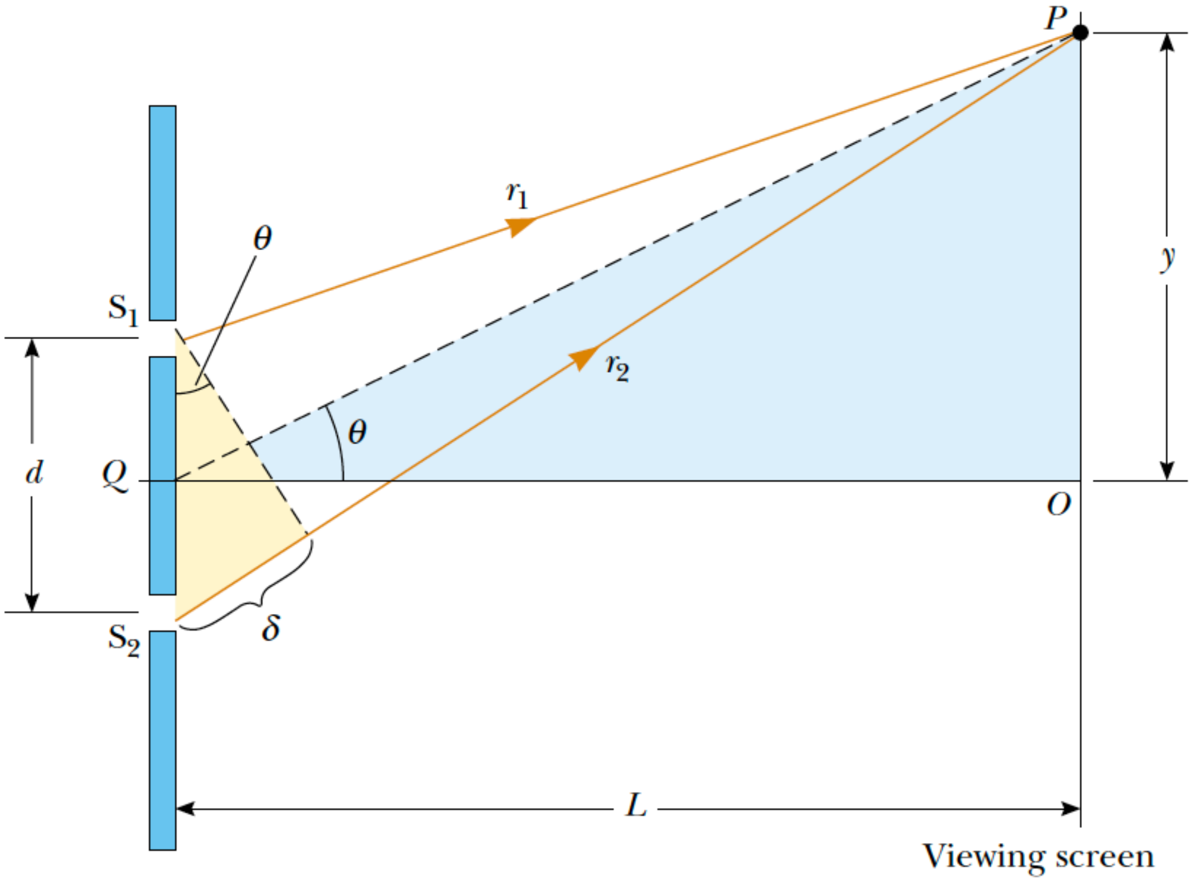
Amplitude:

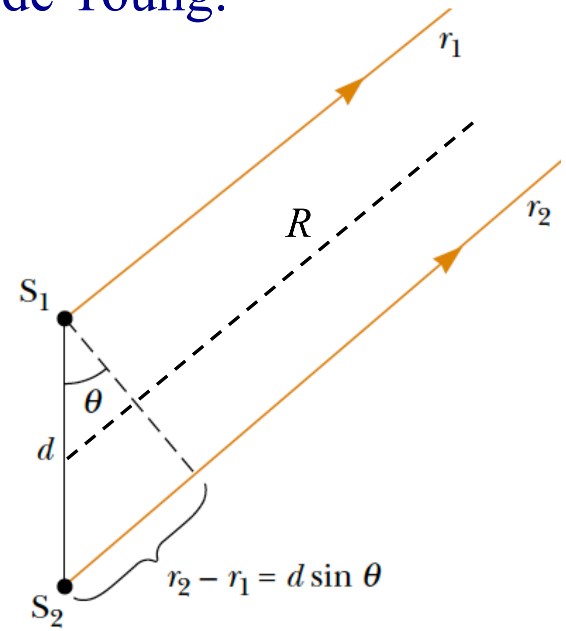
$$\beta \equiv ka\,\mathrm{sen}\theta$$

$$\nu(\beta) = \frac{aA}{R}\,e^{ikR}\,\frac{\mathrm{sen}(\beta/2)}{(\beta/2)}$$

Difração por Duas Fendas

2) Recordando a diferença de fase no experimento de Young:





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

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

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

Difração por Duas Fendas

Amplitude e Intensidade:

$$\nu = \frac{aA}{R} \frac{\mathrm{sen}(\beta/2)}{(\beta/2)} \left[e^{i(kR+\phi_2)} + e^{i(kR+\phi_1)} \right]$$

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

$$\beta \equiv ka\,\mathrm{sen}\theta$$

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