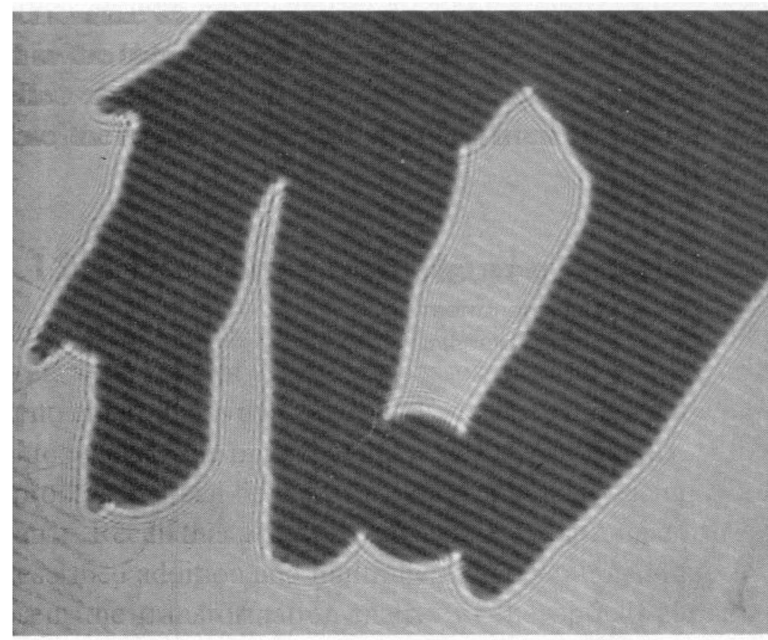
Aula-5
Difração - I

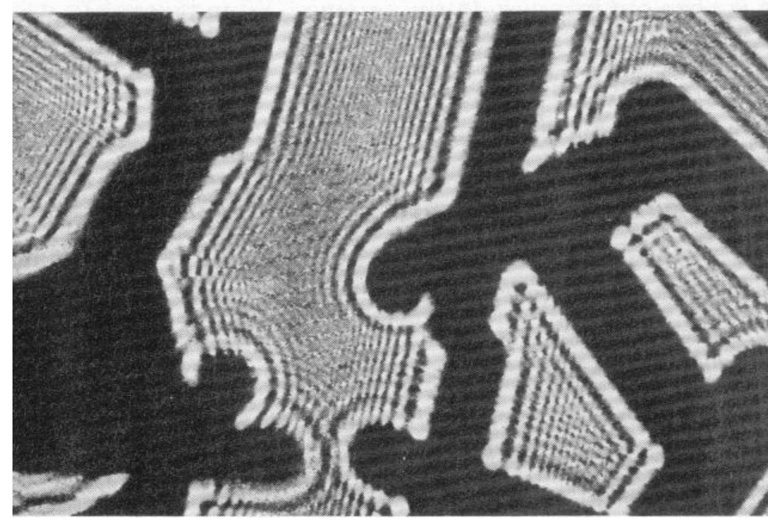
- Difração por uma fenda
- Fasores

Difração: Desvio da propagação retilínea da luz

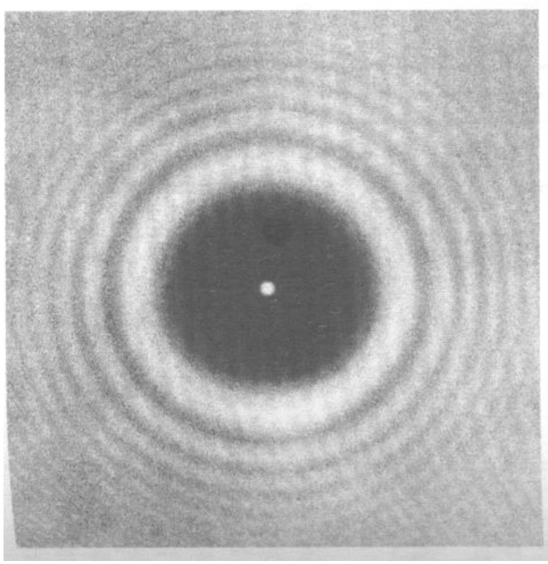
Trata-se de um efeito característico de fenômenos ondulatórios, que ocorre sempre que parte de uma frente de onda (sonora, de matéria, ou eletromagnética) é obstruída.



(a)



Fresnel (1819)



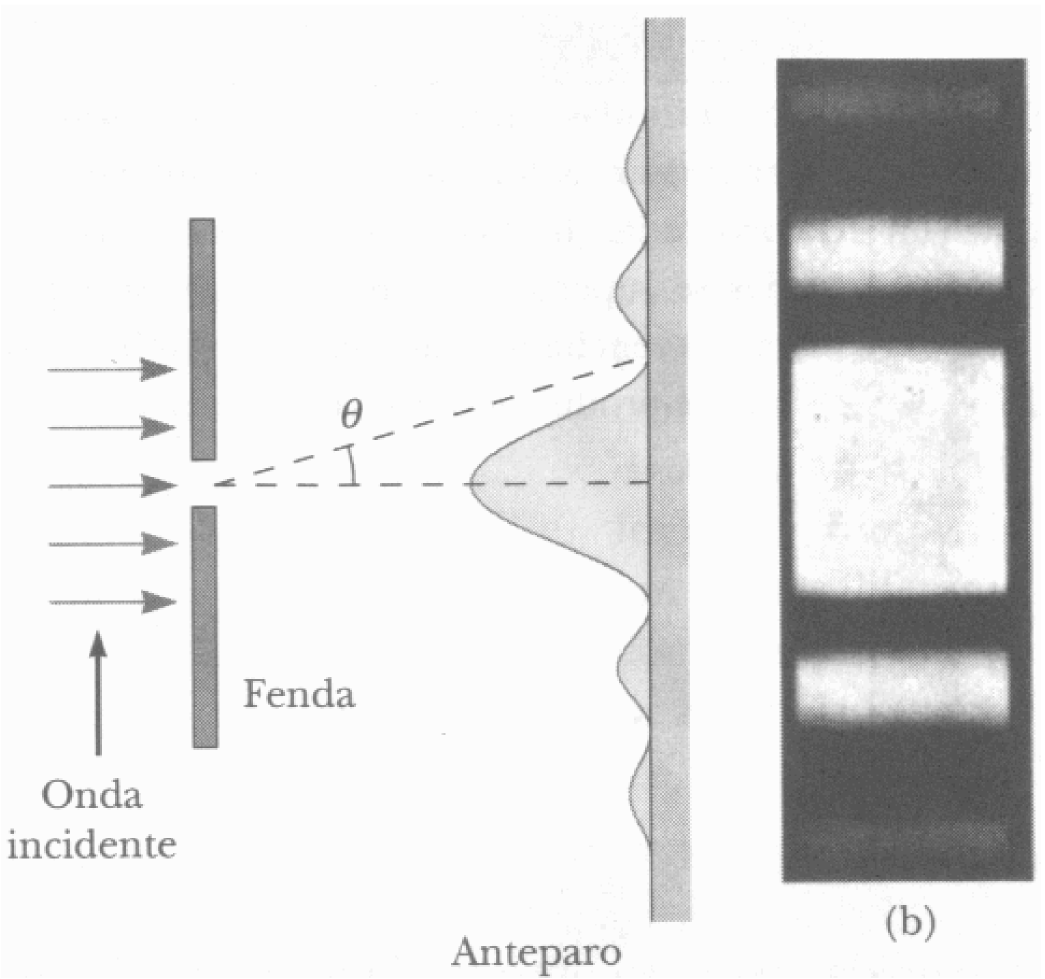
Difração por uma fenda

Em um anteparo, obtemos um padrão de difração

Franjas escuras ocorrem para:

$$\operatorname{sen}\theta = m\frac{\lambda}{a}$$

a : largura da fenda



Determinação da Posição dos Máximos e Mínimos

Supondo: $D >> a$

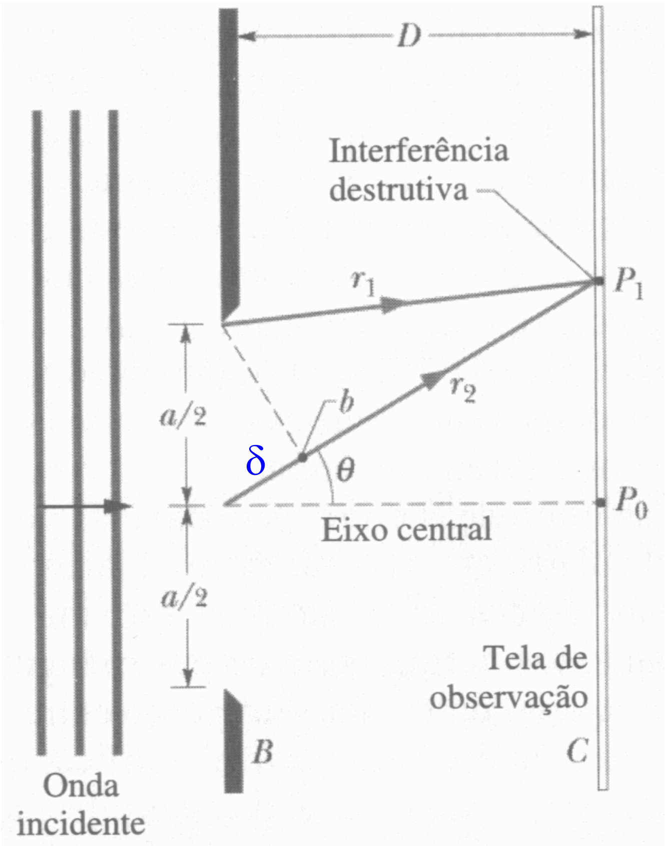
A diferença de caminho óptico é:

$$\delta = \frac{a}{2} \operatorname{sen}\theta$$

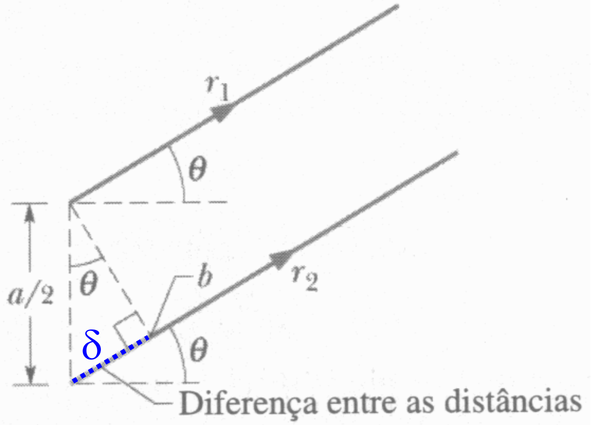
No anteparo as ondas devem estar fora de fase para formação da primeira franja escura:

$$\delta = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = a \operatorname{sen}\theta$$

$$\operatorname{sen}\theta = \frac{\lambda}{a}$$



(a)



A condição que determina a segunda franja escura é encontrada dividindo a fenda em 4 partes :

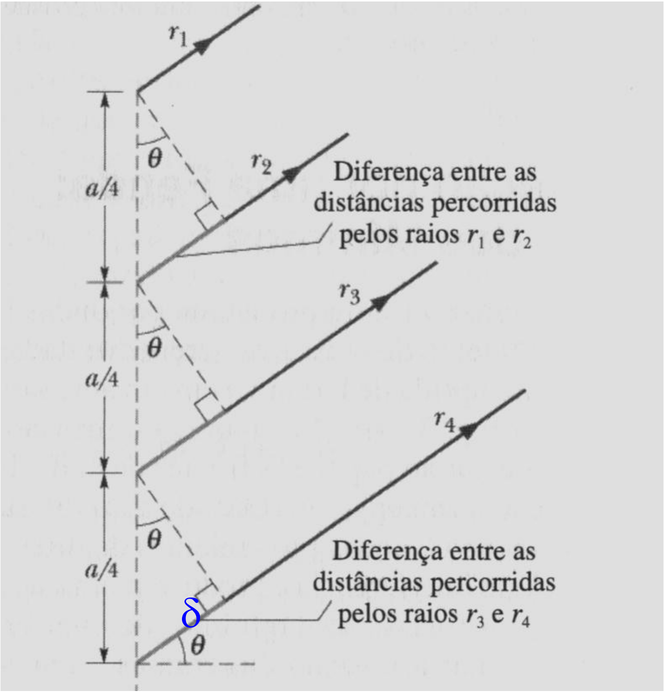
$$\delta = \frac{a}{4}\operatorname{sen}\theta = \frac{\lambda}{2}$$

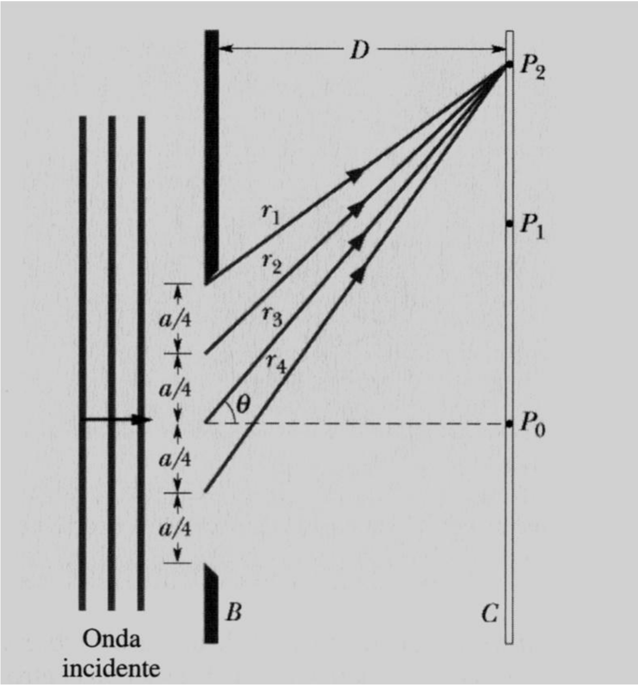
Teremos um mínimo quando:

$$\operatorname{sen}\theta = 2\frac{\lambda}{a}$$

Assim, para todos os mínimos :

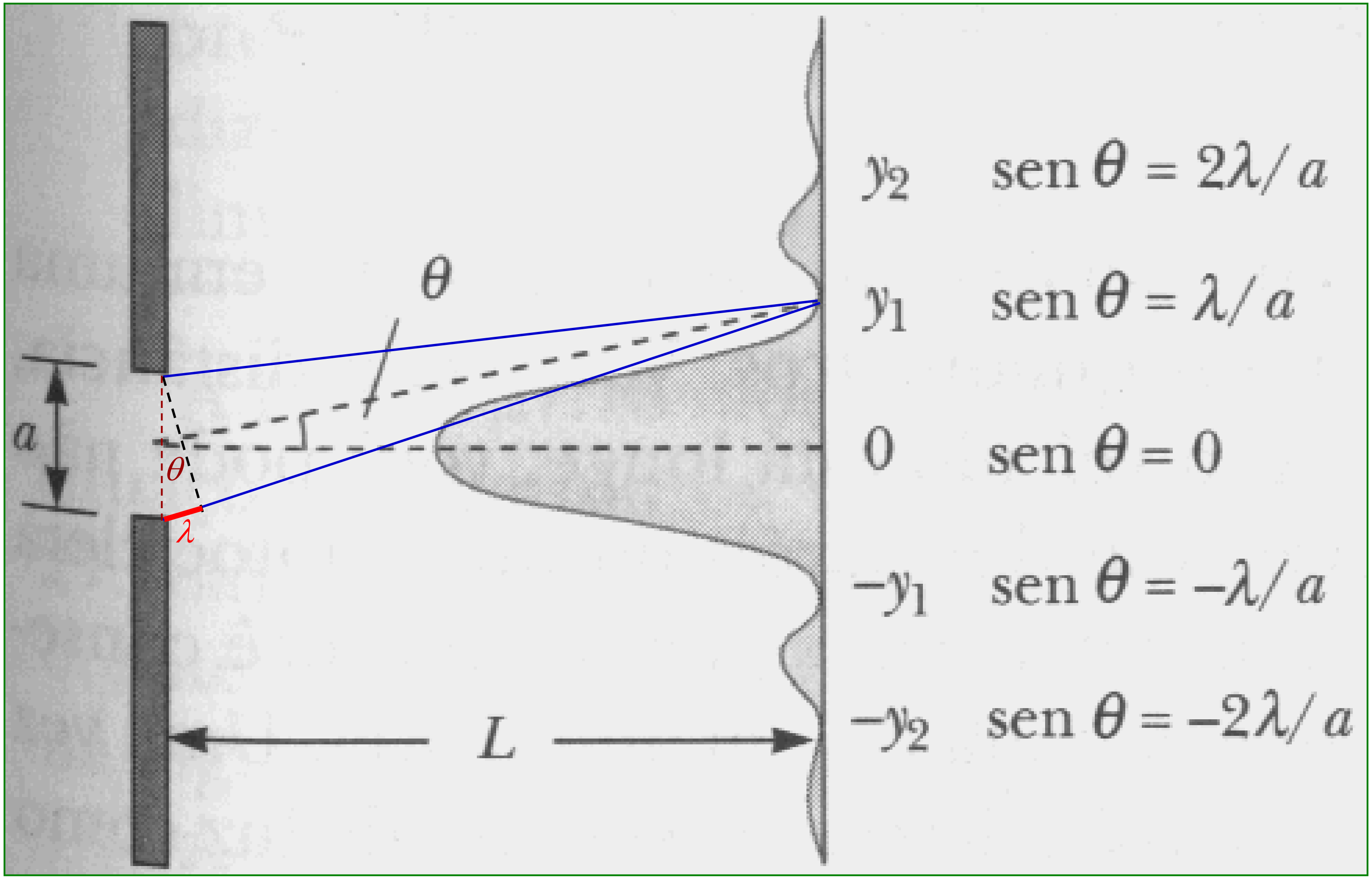
$$\operatorname{sen}\theta = m\frac{\lambda}{a} \; ; \;\; m = 1,2,.....$$



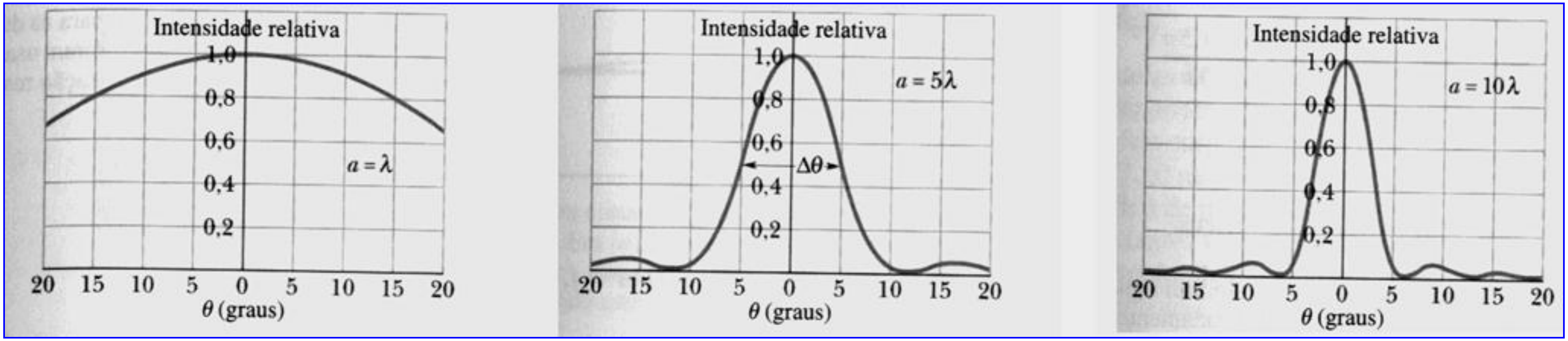


A posição dos mínimos é dada pela condição de que a diferença de percurso entre o raio superior e o inferior seja múltiplo de λ :

$$a \operatorname{sen}\theta = m\lambda \ ; \ m = 1, 2, \ldots$$



Observe que aumentando a largura da fenda, diminui a largura do máximo central:



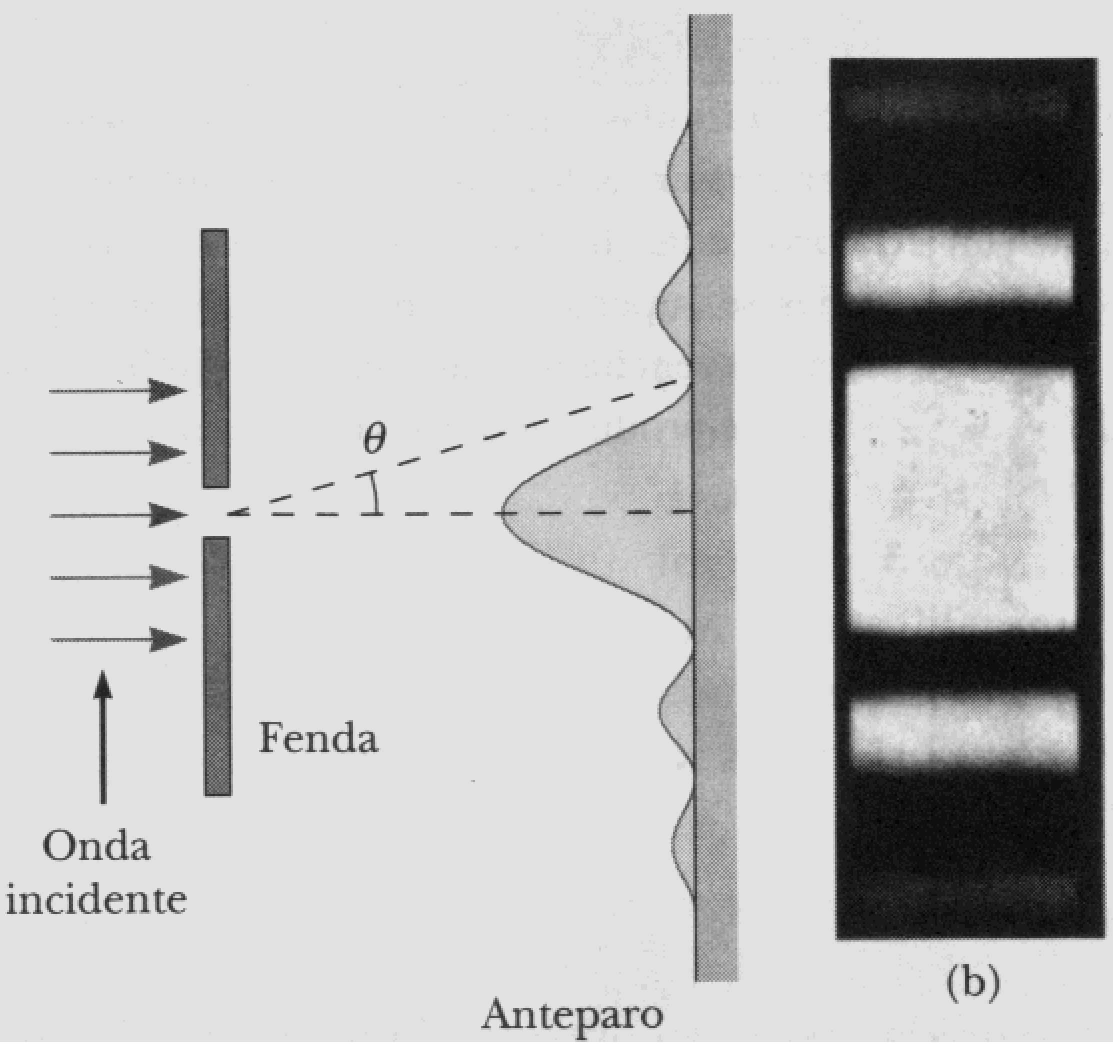
Determinação da Intensidade

Verificaremos que:

$$I(\theta) = I_m \left(\frac{sen\, {}^{\beta}\!/_{2}}{{}^{\beta}\!/_{2}} \right)^2$$

onde

$$\frac{1}{2}\beta = \frac{\pi a}{\lambda} sen\,\theta$$

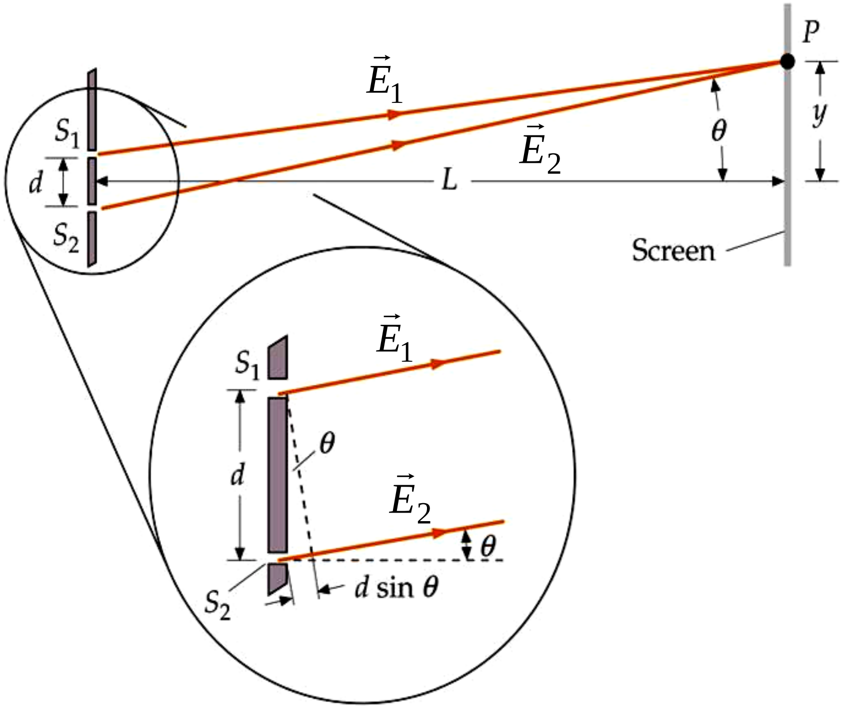


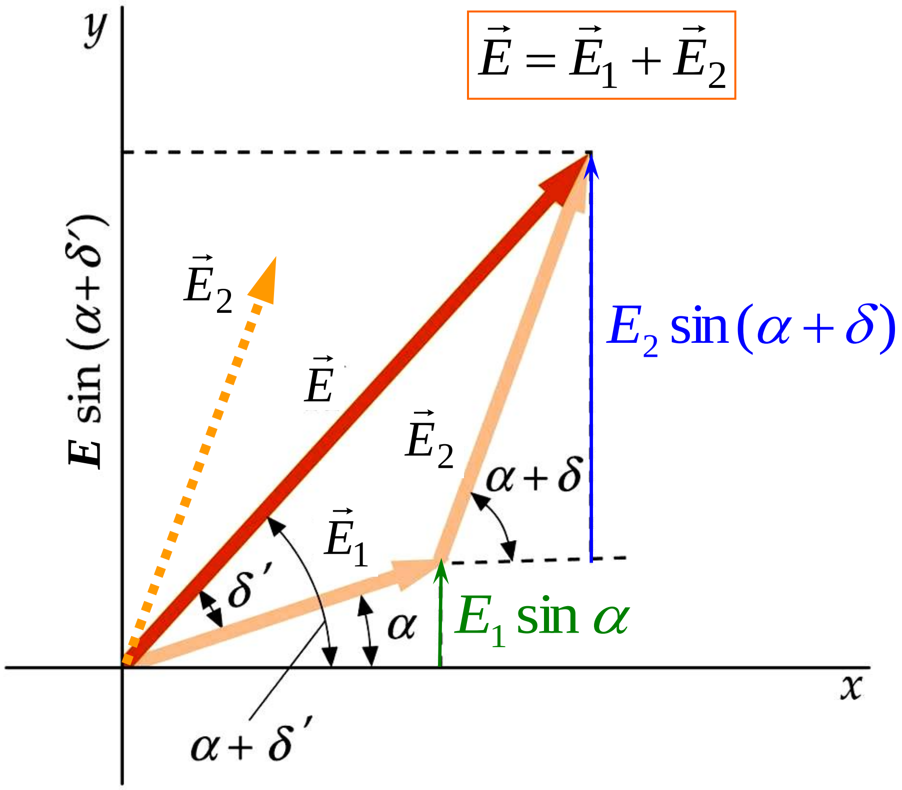
Fasores

Aqui: δ = ϕ
Diferença de fase

$$E_1(t) = E_1 \sin(\omega t) = E_1 \sin(\alpha)$$

$$E_2(t) = E_2 \sin(\omega t + \delta) = E_2 \sin(\alpha + \delta)$$

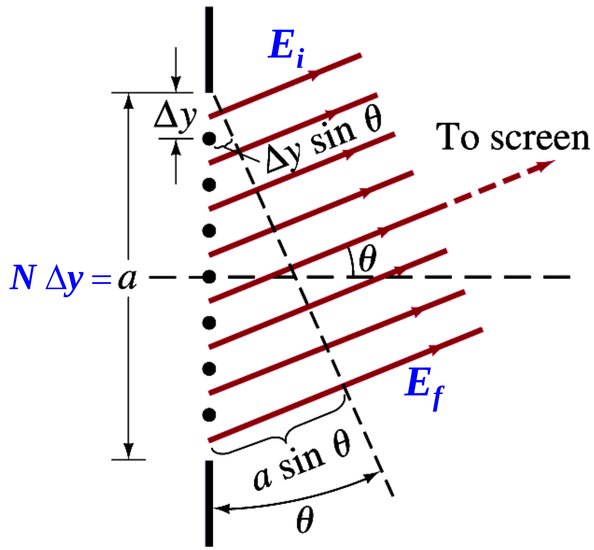


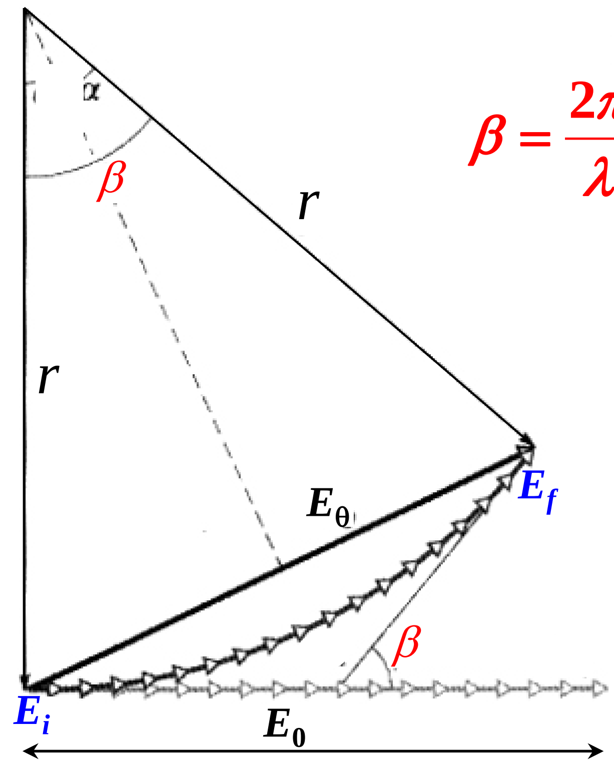


$$\Delta\phi = k\,(d \sin\theta) = \frac{2\pi}{\lambda}(d \sin\theta)$$

(diferença de fase)

Intensidade da Onda Difratada





$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin\theta$$

$$E_1(t) = E_1 \sin(\omega t) = E_1 \sin(\alpha)$$

$$E_2(t) = E_2 \sin(\omega t + \delta) = E_2 \sin(\alpha + \delta)$$

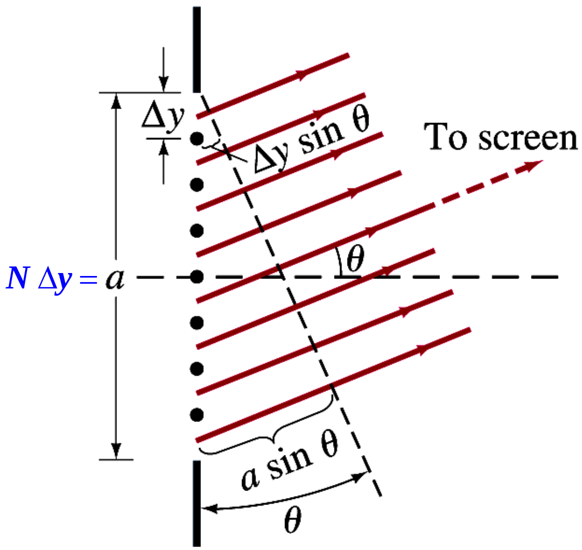
$$E_3(t) = E_3 \sin(\omega t + 2\delta) = E_3 \sin(\alpha + 2\delta)$$

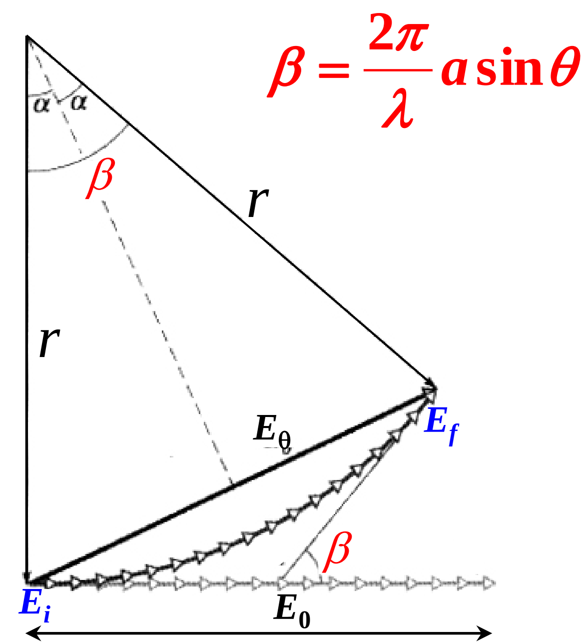
$$\vdots$$

$$E_n(t) = E_n \sin(\omega t + 2\delta) = E_n \sin(\alpha + (n-1)\delta)$$

$\beta = n\delta$

Intensidade da Onda Difratada

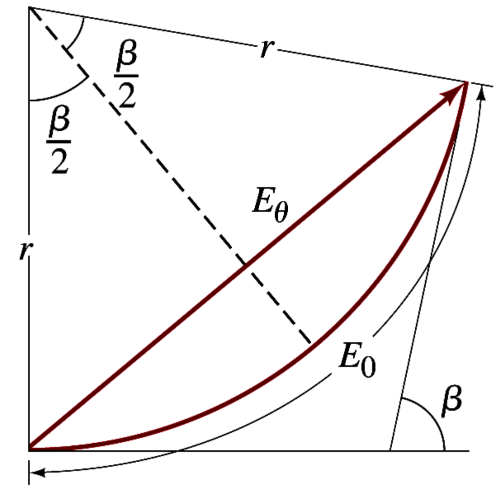




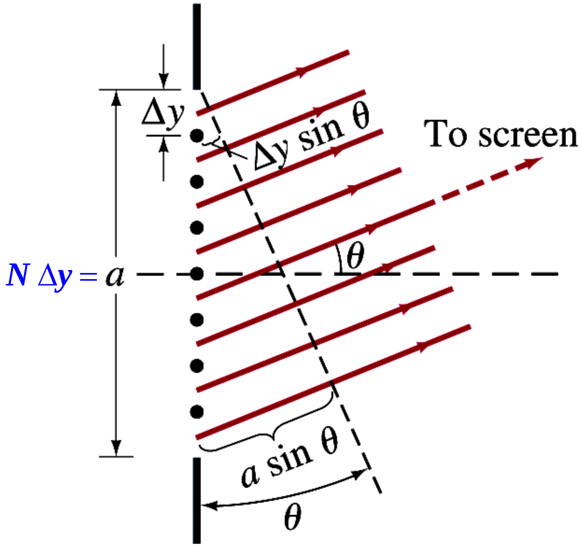
$$E_\theta / 2 = r \sin(\beta / 2)$$

$$\beta = E_0 / r \; ; \quad r = E_0 / \beta$$

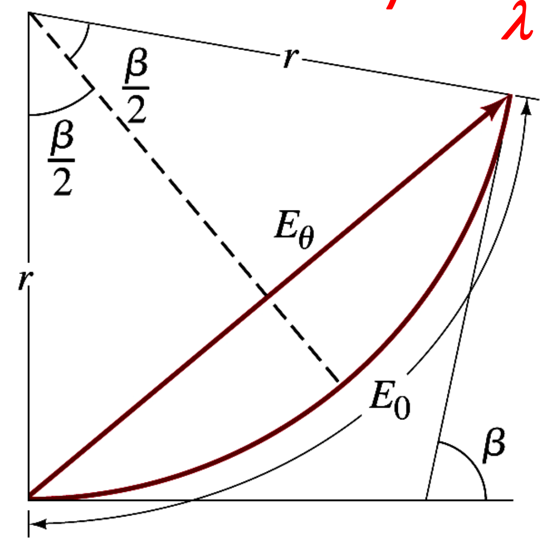
$$\boldsymbol{E_\theta = \frac{E_0}{\beta / 2} \sin(\beta / 2)}$$



Intensidade da Onda Difratada



$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} a \sin\theta$$



$$E_\theta / 2 = r \sin(\beta / 2)$$

$$\frac{I(\theta)}{I_0} = \frac{E_\theta^2}{E_0^2} \rightarrow I(\theta) = I_0 \left(\frac{sen(\beta / 2)}{(\beta / 2)} \right)^2$$

$$\beta = E_0 / r \;; \quad r = E_0 / \beta$$

$$E_\theta = \frac{E_0}{\beta / 2} \sin(\beta / 2)$$

Mínimos: $\frac{\beta}{2} = \pm m\pi \leftrightarrow a \sin\theta = \pm m\lambda \;; m = 1, 2, \ldots$

Máximos: $\frac{\beta}{2} \approx \pm(m + \frac{1}{2})\pi \leftrightarrow a \sin\theta \approx \pm(m + \frac{1}{2})\lambda$

Difração por uma fenda e Fasores