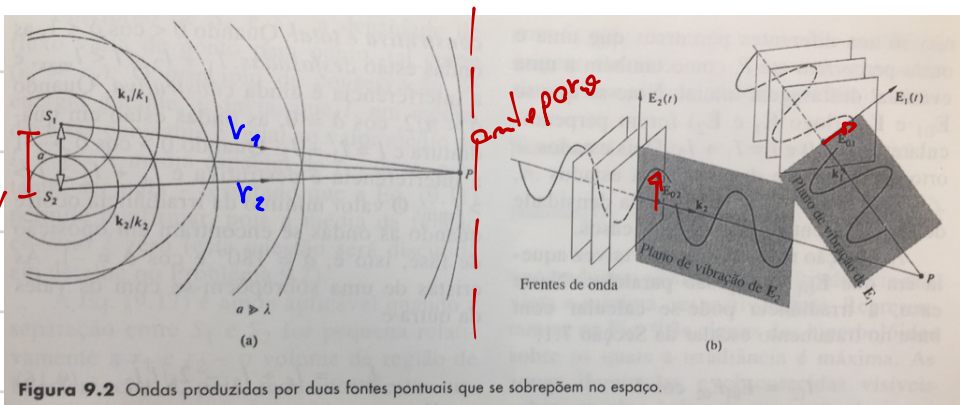
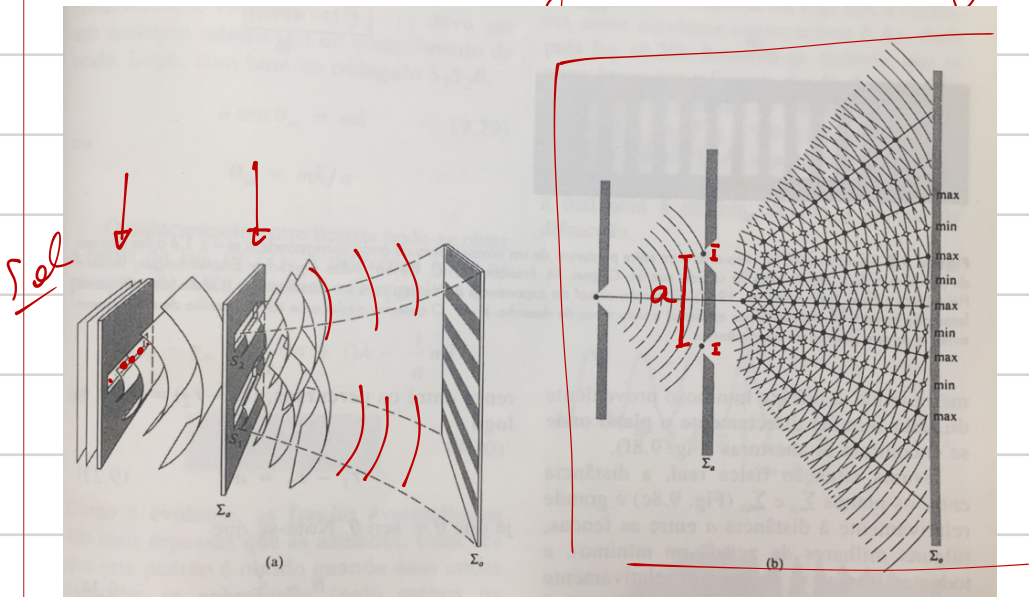


# Interferência de luz em fendas duplas



→ aproximação: a abertura das fendas é muito menor que o compr. de onda da luz

$$S_1 \quad \vec{E}_1 = \hat{y} E_{01} \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r}_1 - \omega t + \varepsilon_1)$$

$$S_2 \quad \vec{E}_2 = \hat{y} E_{02} \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{r}_2 - \omega t + \varepsilon_2)$$

Intensidade no ponto  $P$ :  $I = \langle E^2 \rangle = \langle \vec{E} \cdot \vec{E} \rangle$   
do luz

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\vec{E} \cdot \vec{E} = \vec{E}_1^2 + \vec{E}_2^2 + 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2$$

$$I = \langle \vec{E}_1^2 \rangle + \langle \vec{E}_2^2 \rangle + \langle 2\vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \rangle$$

$\downarrow$   $\downarrow$   $\downarrow$   
 $I_1$   $I_2$  termo de interferência ( $I_{12}$ )

$$I = I_1 + I_2 + I_{12}$$

$$I_{12} = 2 \langle \vec{E}_1 \cdot \vec{E}_2 \rangle_T =$$

$$I_{12} = 2 \left( \frac{E_{01} \cdot E_{02}}{2} \right) \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \vec{k}_2 \cdot \vec{r} + \varepsilon_1 - \varepsilon_2)$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cdot \cos \delta$$

$$\delta = [(\vec{k}_1 \cdot \vec{r} - \vec{k}_2 \cdot \vec{r}) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)]$$

$$\delta = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi, \dots \quad \cos \delta = 1$$

Interferência construtiva

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$$

$$S_e \quad E_{01} = E_{02} \Rightarrow I_1 = I_2 = I_0$$

$$\boxed{I = 4I_0} \rightarrow \text{esta é o valor max de intensidade que se observa no anteparo}$$

$$\delta = \pm\pi, \pm 3\pi, \pm 5\pi, \dots \quad \cos \delta = -1$$

$$I = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2}$$

$$I = 0 \Rightarrow \text{esta é o valor mínimo}$$

$$E_{01} \neq E_{02} \Rightarrow I_1 \neq I_2$$

$$\boxed{4I_0 > I_{\text{máx}} > 0}$$

$$S_e \quad F_{01} = F_{02}$$

$$I = 2I_0 + 2I_0 \cos \delta$$

$$(1 + \cos(x)) = 2 \cos^2\left(\frac{x}{2}\right)$$

$$I = 2I_0 (1 + \cos \delta)$$

$$\boxed{I = 4I_0 \cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right)}$$

Perfil de  $I_{\text{máx}}$  de fenda dupla muito estreita

$a =$  separação entre as fendas

$d =$  abertura das fendas  $\ll \lambda$

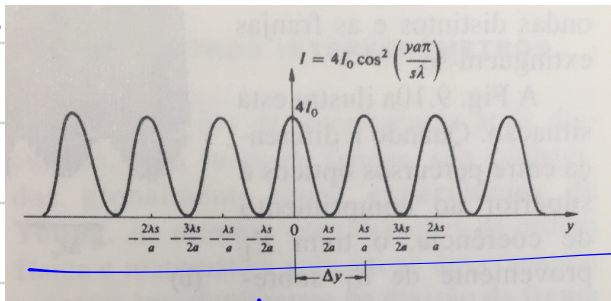
Para o lóbulo

$$I = 4I_0$$

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)^2 \cdot \cos^2 \beta$$

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin \theta$$

$d =$  separação entre as fendas



$$\delta = (\vec{k}_1 \cdot \vec{r}_1 - \vec{k}_2 \cdot \vec{r}_2) \quad \varepsilon_2 - \varepsilon_1, \quad \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = 0, \quad k_1 = k_2 = k$$

$$\boxed{\delta = K(r_1 - r_2)}$$

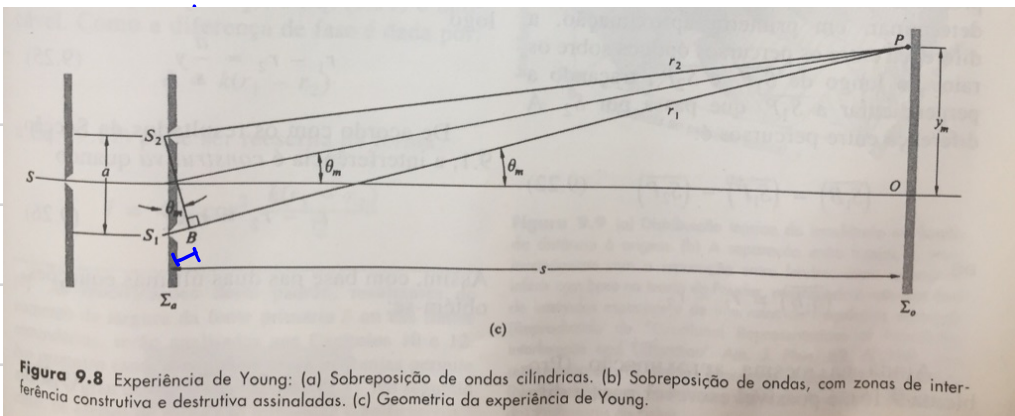


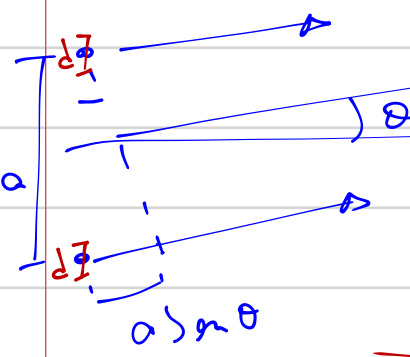
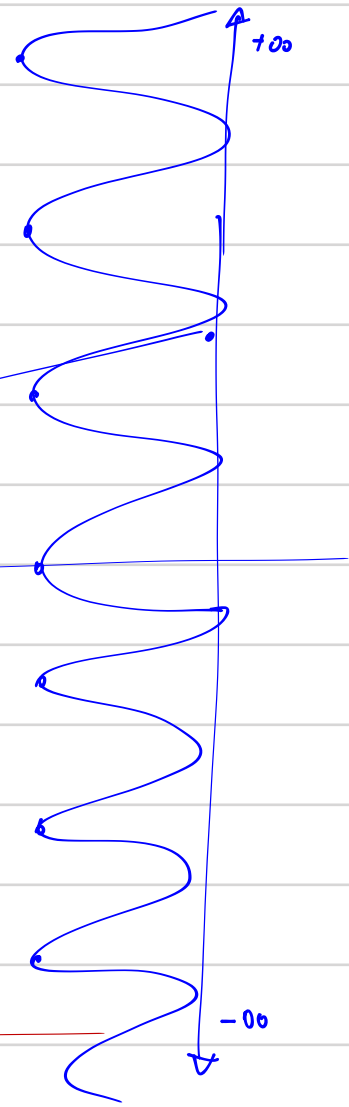
Figura 9.8 Experiência de Young: (a) Sobreposição de ondas cilíndricas. (b) Sobreposição de ondas, com zonas de interferência construtiva e destrutiva assinaladas. (c) Geometria da experiência de Young.

$$(r_1 - r_2) = a \sin \theta$$

$$\delta = k \cdot a \sin \theta$$

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

$$I = 4I_0 \cos^2 \left[ \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} \right]$$



$$d \ll \lambda$$

$$\lambda = 0,5 \mu\text{m}$$

$$d = 0,05 \mu\text{m}$$

no lab abertura =  $0,07 \text{ mm} = 70 \mu\text{m}$   
 separação =  $30 \mu\text{m}$

límite fundo  
 $d = 70 \mu\text{m}$

$$\lambda = 0,6 \mu\text{m}$$

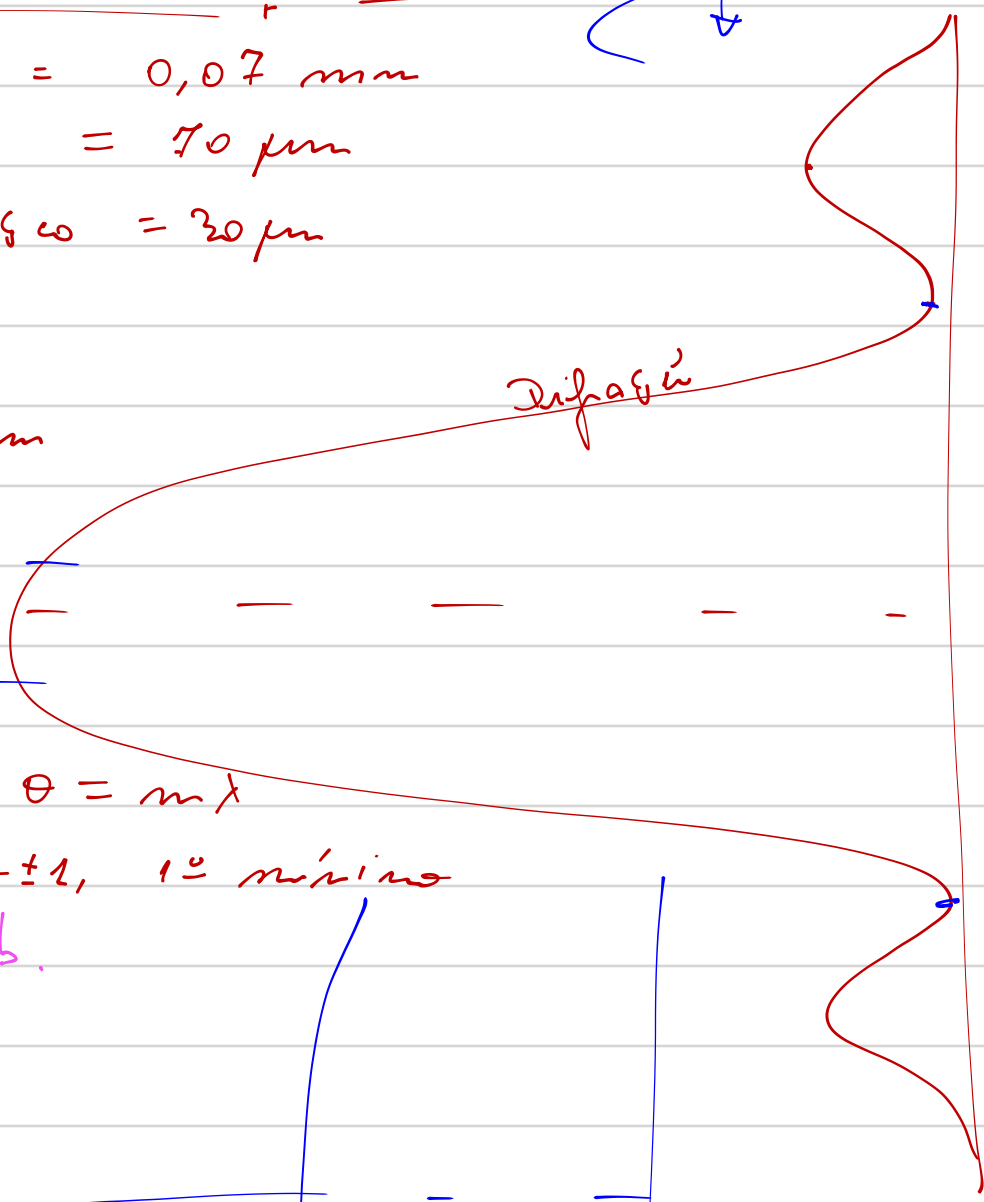
$$d \sin \theta = m \lambda$$

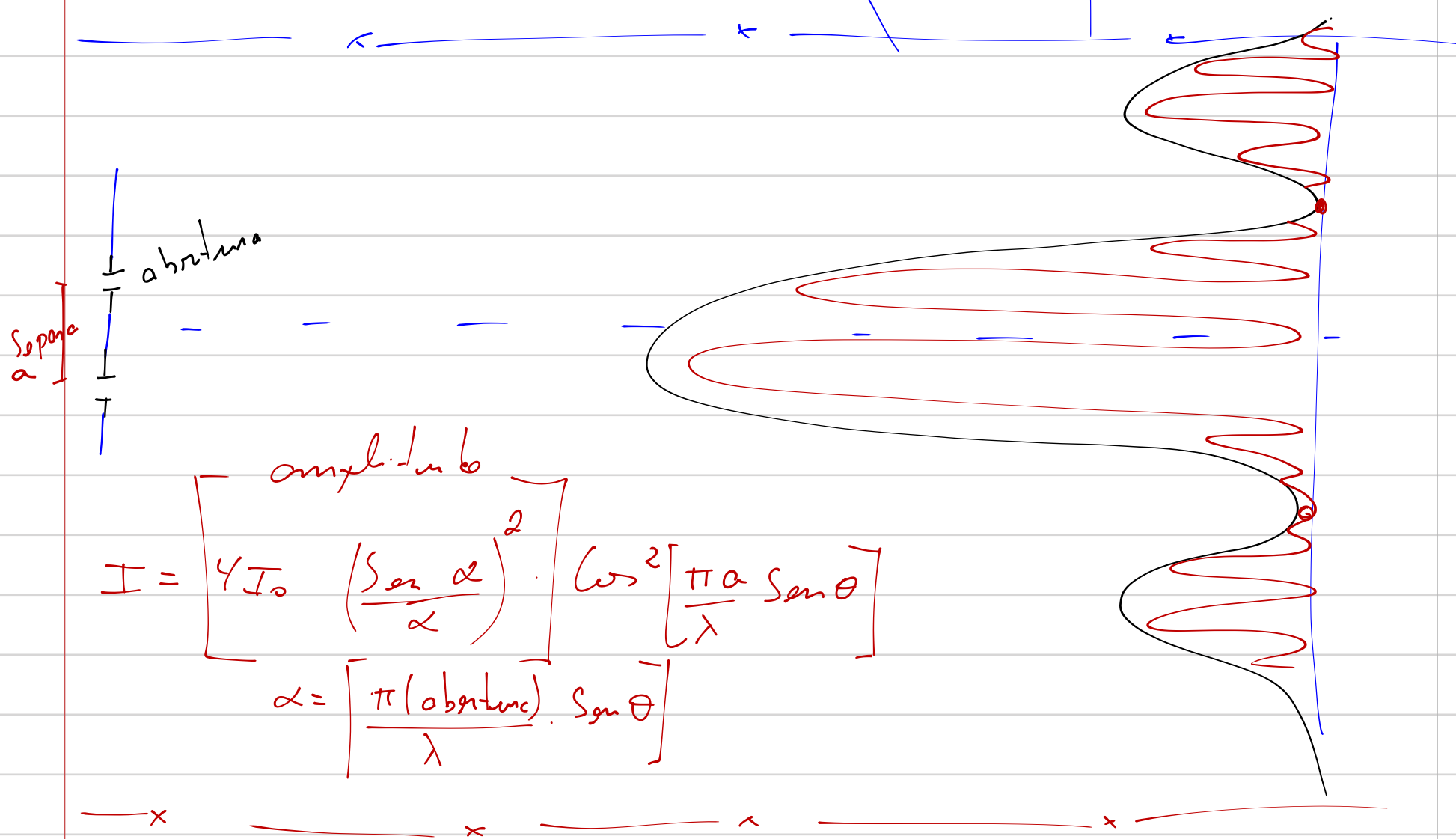
Cur de b: o "d" aqui é o "a" do Lab.  
 $m = \pm 1, 1^\circ \text{ m\u00ednimo}$

fundo m\u00ednimo

$$0,06 \mu\text{m}$$

$$a \sin \theta = + \lambda$$

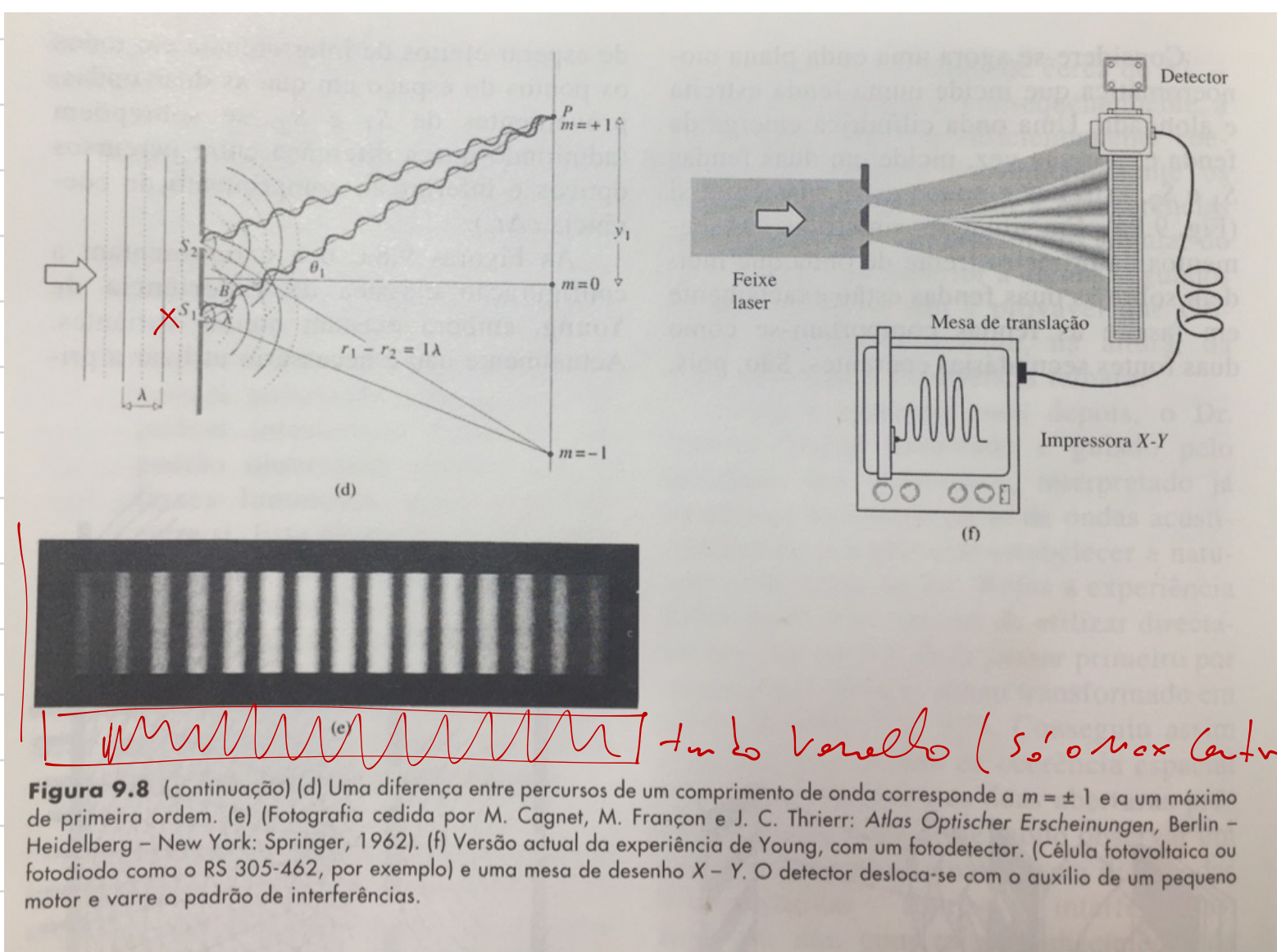




amplitude

$$I = 4I_0 \left( \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \cos^2 \left[ \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda} \right]$$

$$\alpha = \left[ \frac{\pi (\text{abertura}) \sin \theta}{\lambda} \right]$$

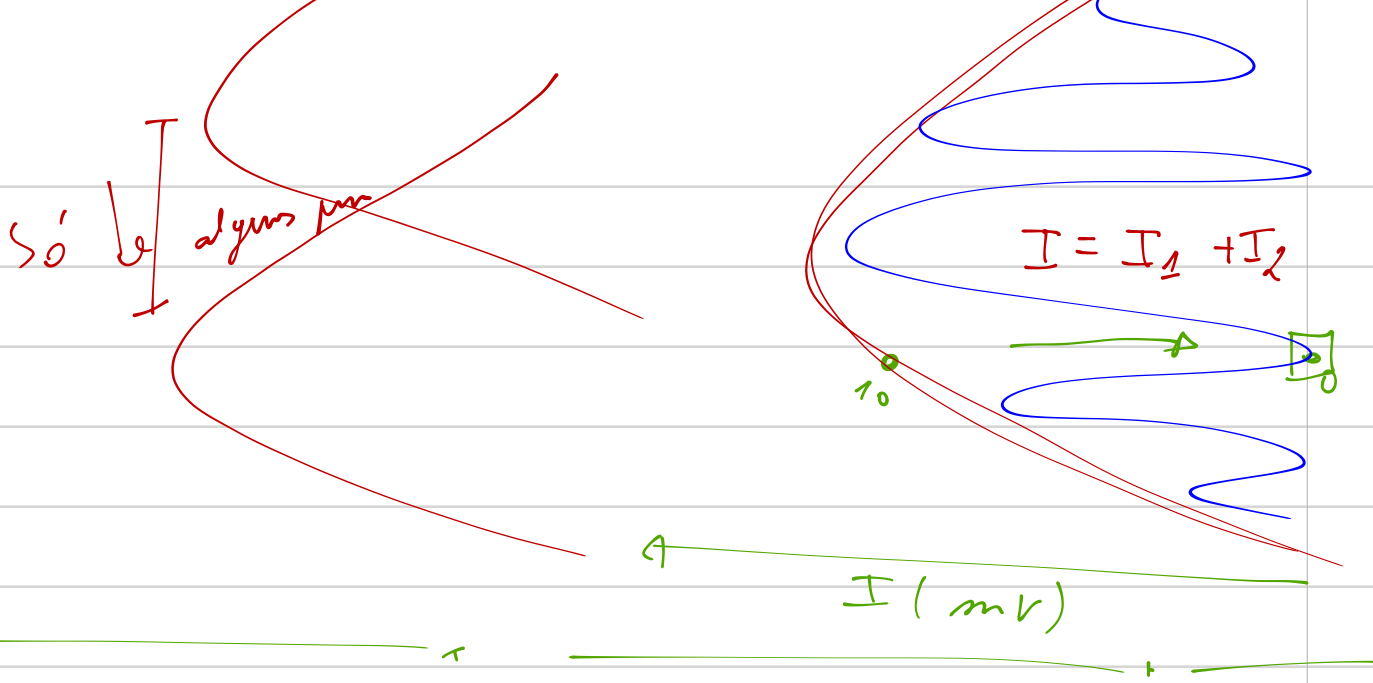


(e) uma onda vermelha (só o max central)

**Figura 9.8** (continuação) (d) Uma diferença entre percursos de um comprimento de onda corresponde a  $m = \pm 1$  e a um máximo de primeira ordem. (e) (Fotografia cedida por M. Cagnet, M. Françon e J. C. Thierr: *Atlas Optischer Erscheinungen*, Berlin - Heidelberg - New York: Springer, 1962). (f) Versão actual da experiência de Young, com um fotodetector. (Célula fotovoltaica ou fotodiodo como o RS 305-462, por exemplo) e uma mesa de desenho X - Y. O detector desloca-se com o auxílio de um pequeno motor e varre o padrão de interferências.

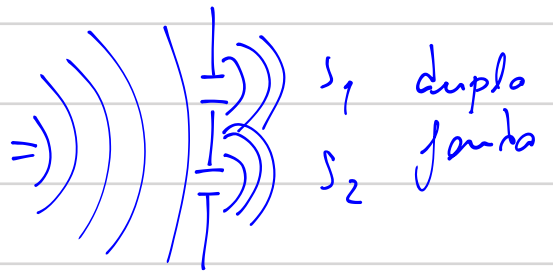
$S_1 \rightarrow =$

$S_2 \rightarrow =$

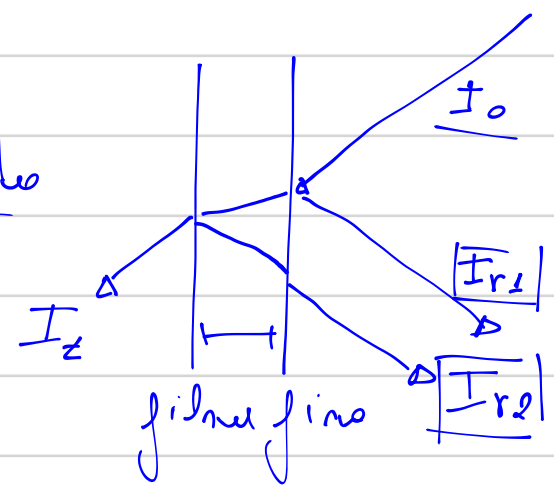


Interferência

Divisão de Frente  
e onda



Divisão de amplitude



x x x x