

Lasers
1
cônico

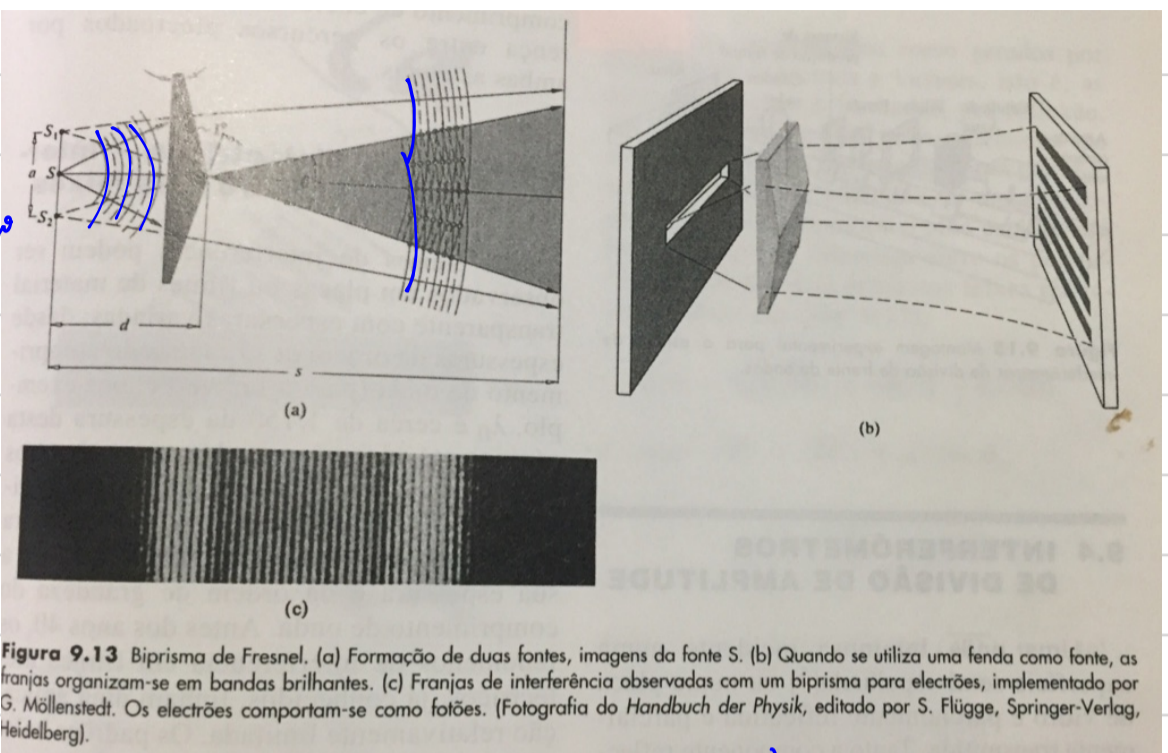
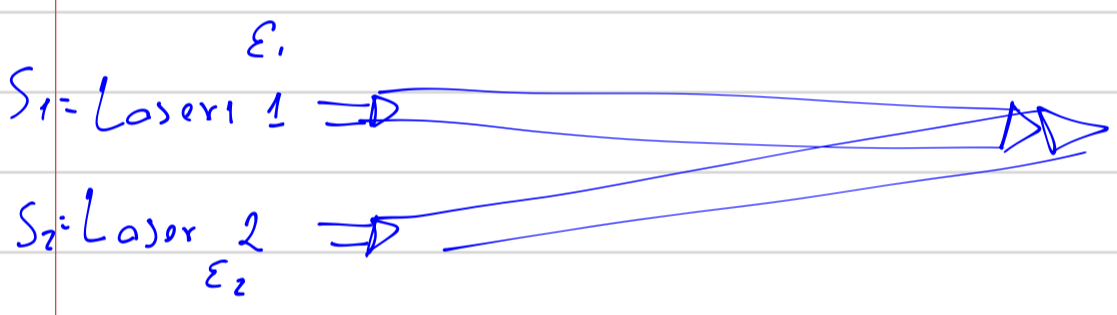


Figura 9.13 Biprisma de Fresnel. (a) Formação de duas fontes, imagens da fonte S. (b) Quando se utiliza uma fenda como fonte, as franjas organizam-se em bandas brilhantes. (c) Franjas de interferência observadas com um biprisma para electrões, implementado por G. Möllenstedt. Os electrões comportam-se como fotões. (Fotografia do Handbuch der Physik, editado por S. Flügge, Springer-Verlag, Heidelberg).

Divisão de frente de onda



oniposo

Divisão de amplitude

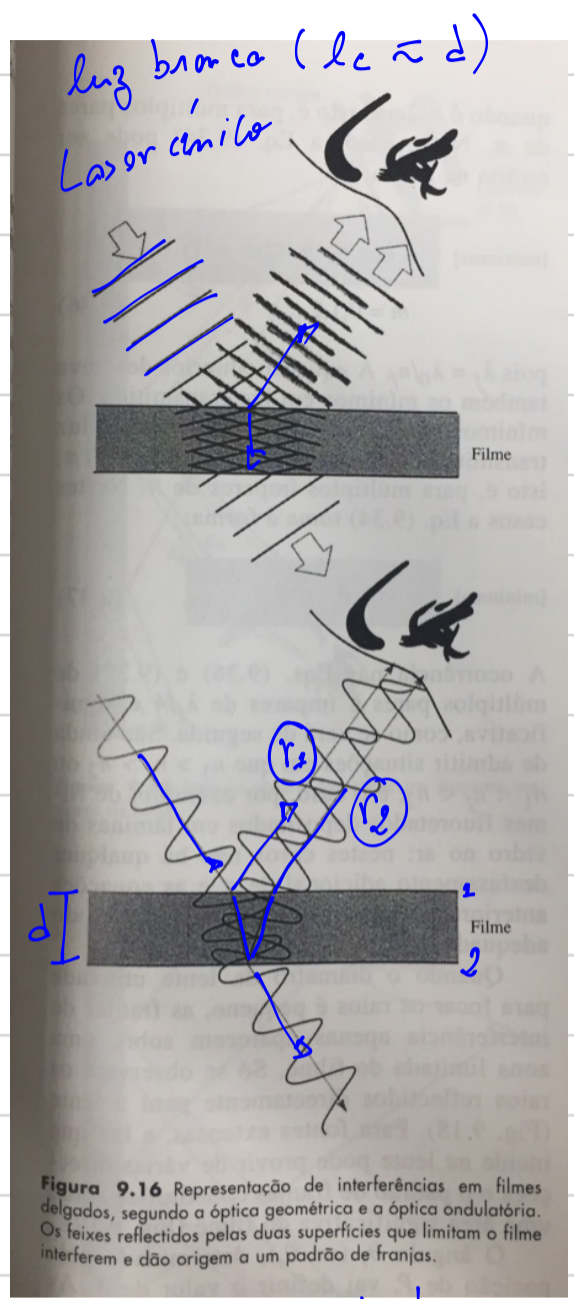


Figura 9.16 Representação de interferências em filmes delgados, segundo a óptica geométrica e a óptica ondulatória. Os feixes reflectidos pelas duas superfícies que limitam o filme interferem e dão origem a um padrão de franjas.

Interferência - Divisão de amplitude

Exemplo: filme fino

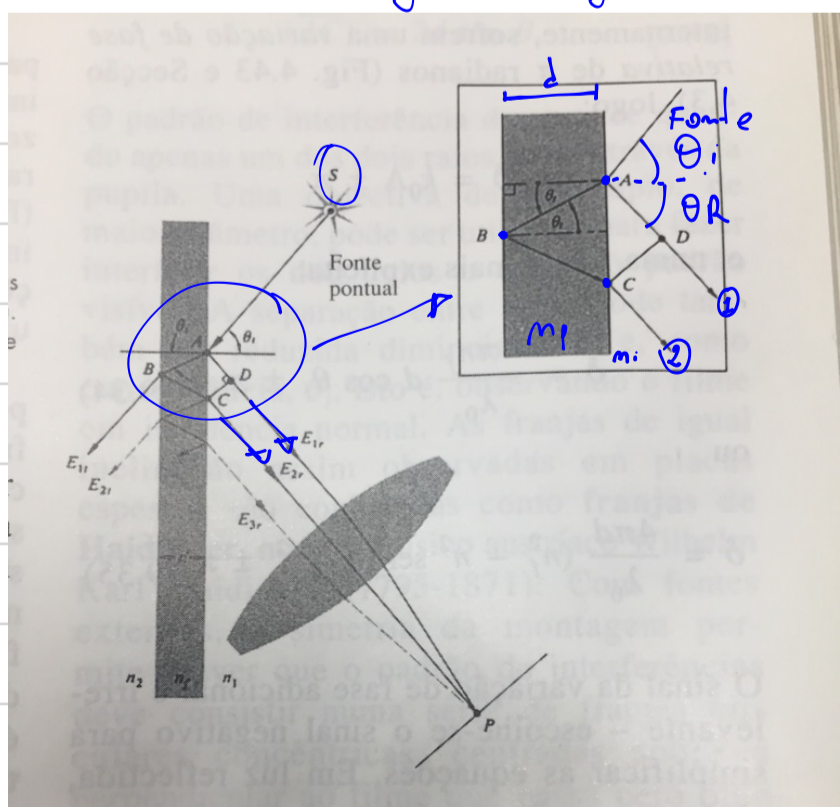
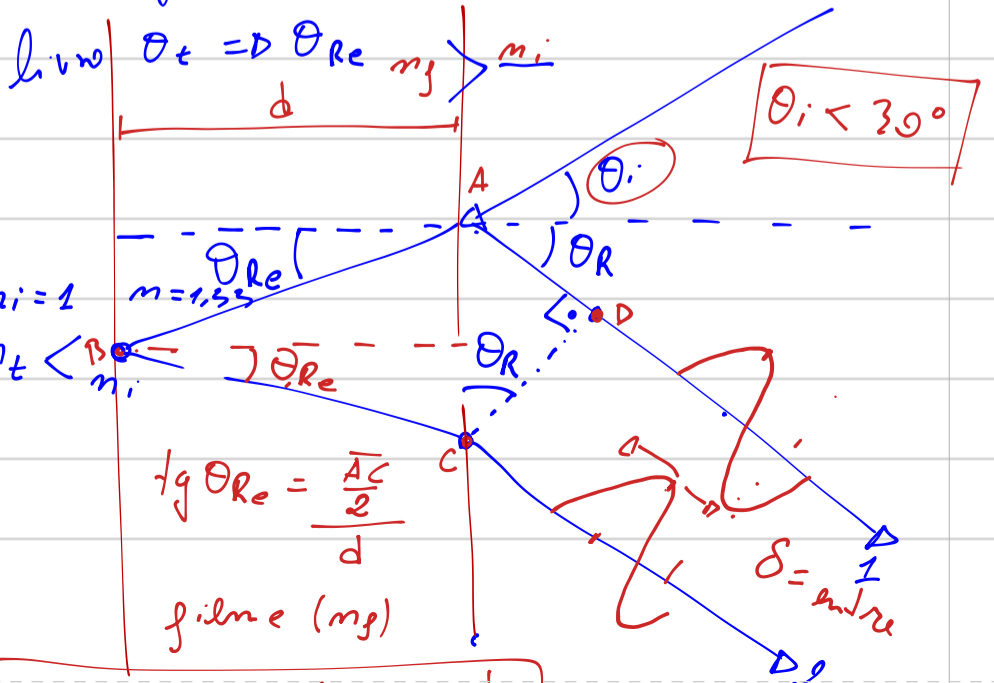
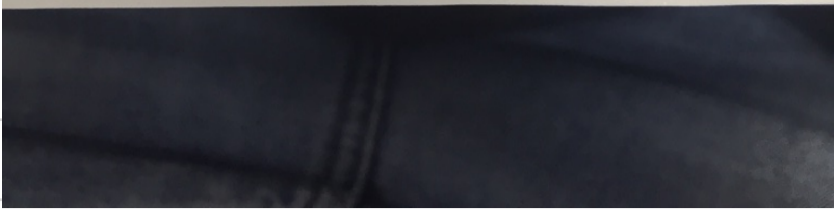


Figura 9.17 Franjas de igual inclinação.

$$\Delta = n_f(\overline{AB} + \overline{BC}) - n_i(\overline{AD})$$

↳ diferença de caminho óptico





$$\cos \theta_{re} = \frac{d}{AB} = \frac{d}{BC}$$

$$\tan \theta_{re} = \frac{AD}{CD}$$

$$\begin{aligned} \sin \theta_r &= \sin \theta_i \\ \sin \theta_i &= \frac{AD}{AC} \end{aligned}$$

$$\sin \theta_i n_i = \sin \theta_{re} n_f$$

$$\frac{AD}{AC} n_i = \sin \theta_{re} n_f$$

$$\frac{AC}{2d} = \tan \theta_{re}$$

$$AD = AC \frac{n_f \sin \theta_{re}}{n_i}$$

$$AD = \tan \theta_{re} (2d) \cdot \frac{n_f \sin \theta_{re}}{n_i} = 2d \frac{n_f \sin^2 \theta_{re}}{n_i \cos \theta_{re}}$$

$$\Delta = n_f \left(\frac{d}{\cos \theta_{re}} + \frac{d}{\cos \theta_{re}} \right) - n_i \left(2d \frac{n_f \sin^2 \theta_{re}}{n_i \cos \theta_{re}} \right)$$

$$= \frac{2d n_f}{\cos \theta_{re}} (1 - \sin^2 \theta_{re}) = \frac{2d n_f \cos^2 \theta_{re}}{\cos \theta_{re}}$$

$$\Delta = 2d n_f \cos \theta_{re} \quad \text{+ do caminho óptico}$$

$$\delta = K \cdot \Delta + \Delta \phi$$

$$\Delta \phi = \pi$$

$$\delta = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) 2d n_f \cos \theta_{re} + \Delta \phi$$

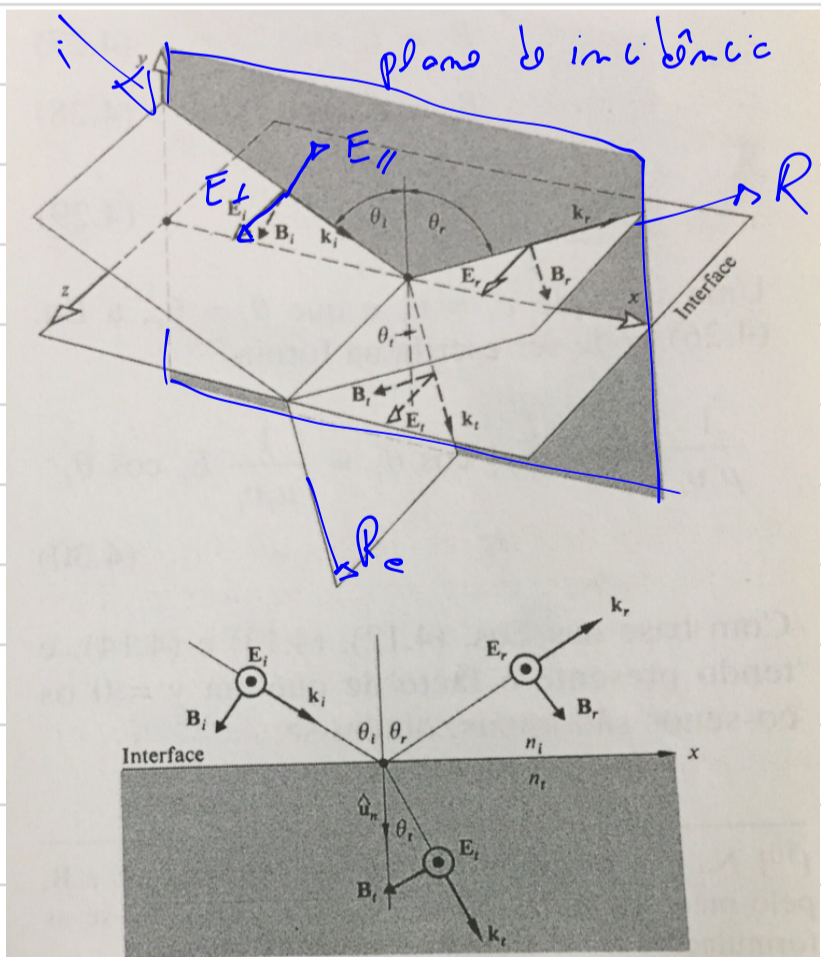
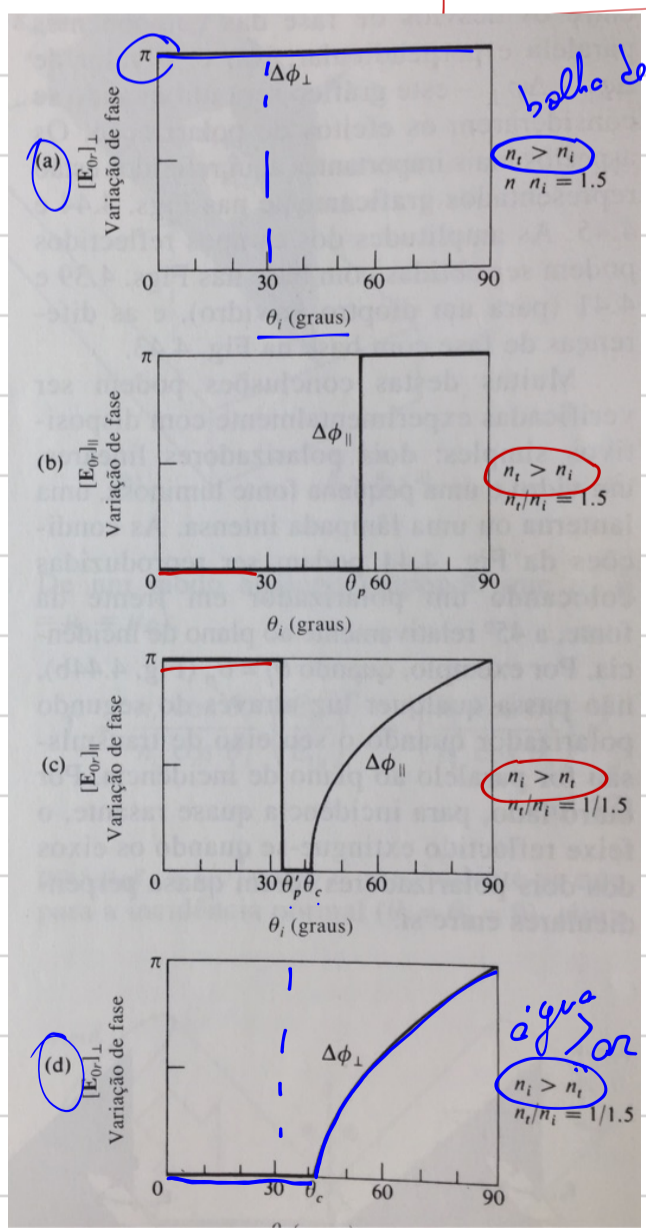
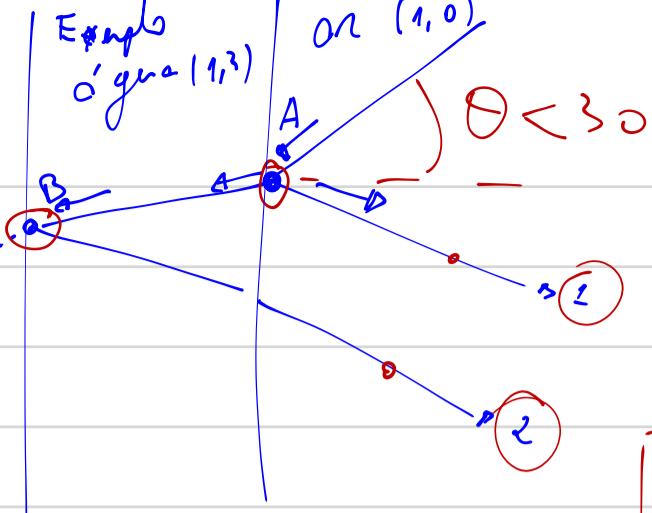


Figura 4.37 Onda incidente, com o campo eléctrico E normal ao plano de incidência.

$n_i = \text{incidência}$
 $n_t = \text{transmitido}$

Estava analisando
 somente a reflexão



$n_i < n_t$ figura 4.43a
 " 4.43b

$n_i > n_t$ fig 4.43d
 fig 4.43c

$$\Delta\phi_{\perp} = \pi \quad E_{\perp}$$

$$\Delta\phi_{\parallel} = \pi \quad E_{\parallel}$$

$$\delta = \left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\right) 2 n_f d \cos\theta_{re} \pm \pi$$

$\delta = 2m\pi$ $m = 0, 1, 2, \dots$ Int construtiva
 $v < v_{\text{vácuo}} \text{ luz}$

$\delta = (2m+1)\pi$ Interferência destrutiva
 $v < \text{má } v_{\text{vácuo}} \text{ luz}$

$$\frac{2\pi}{\lambda_0} 2 n_f d \cos\theta_{re} \pm \pi = 2m\pi$$

$$4 n_f d \cos\theta_{re} = (2m \mp 1) \lambda_0$$

$$2d \cos\theta_{re} = \left(m \mp \frac{1}{2}\right) \left(\frac{\lambda_0}{n_f}\right) = \lambda_f$$

$\lambda_0 = \text{no vácuo}$
 $\lambda_f = \text{no meio f}$

Simplificab
 $d \cos\theta_{\pm} = (2m+1) \frac{\lambda_f}{4}$
 de acordo o Hecht

$$\theta_{\pm} = \theta_{re}$$

Interf construtiva

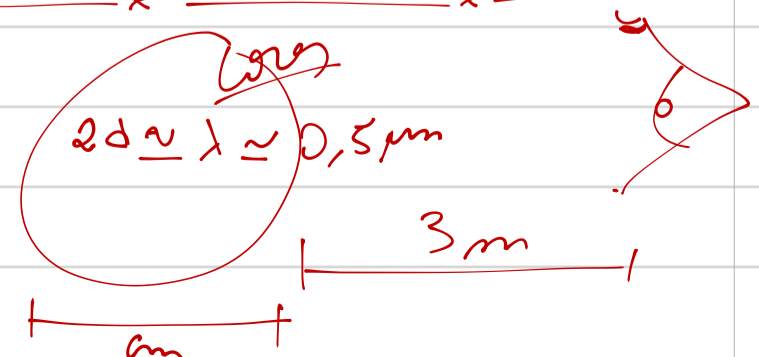
análogo

$$d \cos\theta_{\pm} = 2m \frac{\lambda_f}{4}$$

p/ Int. destrutiva

bolha de Sabão (Ex. anterior)

$$400 - 700 \text{ nm}$$



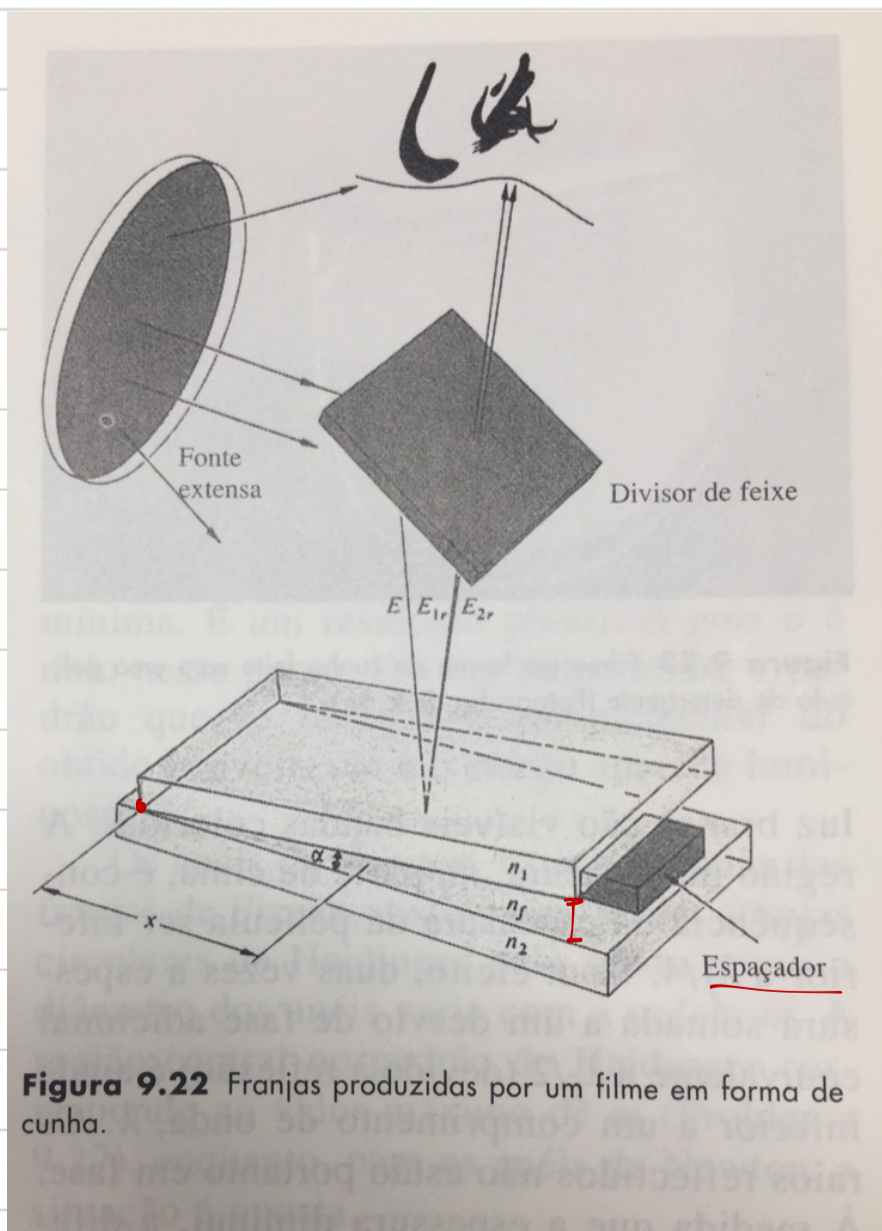
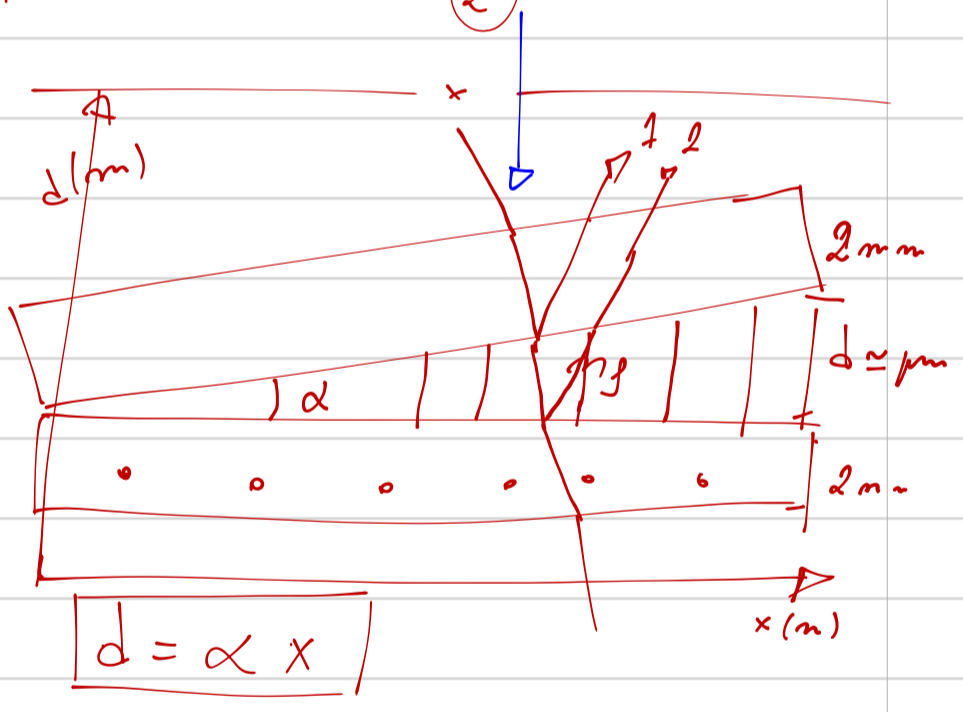
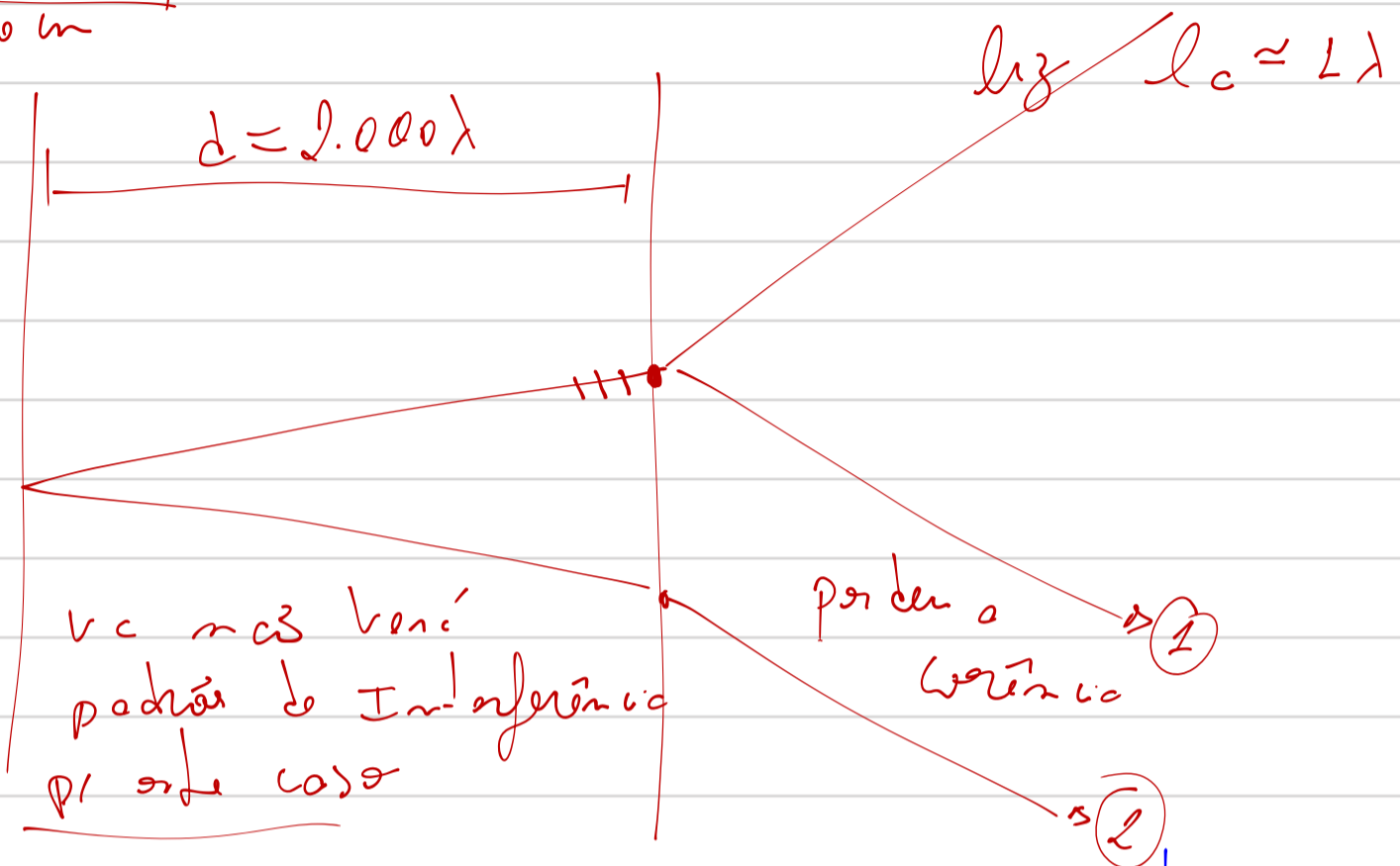
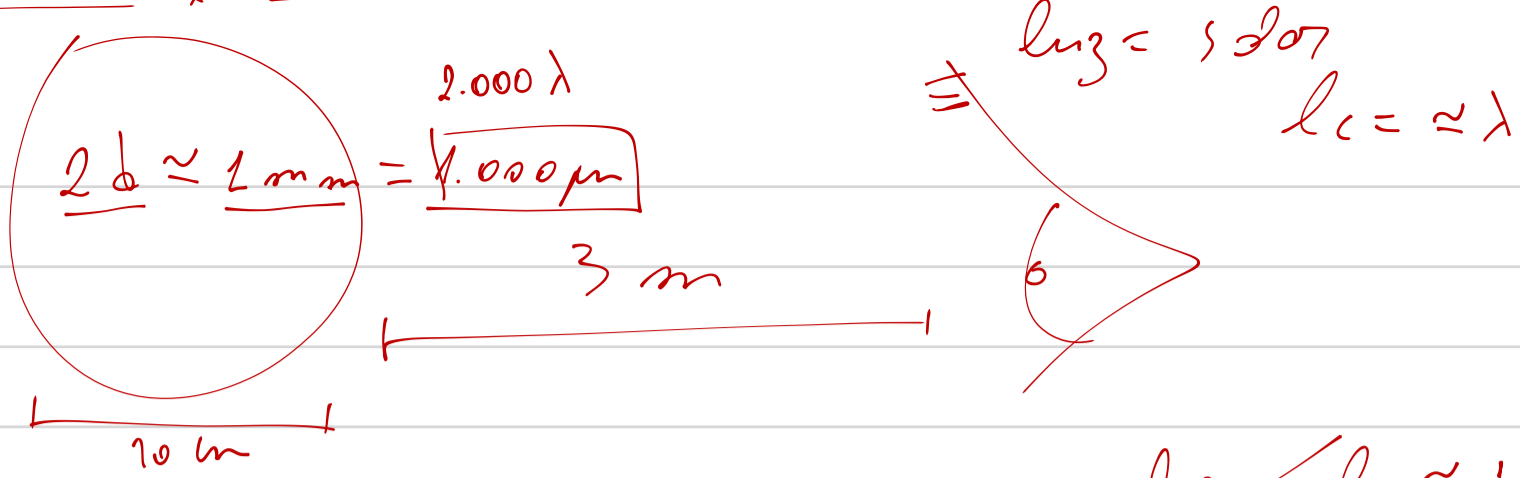


Figura 9.22 Franjas produzidas por um filme em forma de cunha.

Ind Construtivo
 $d \cos \theta_z = (2m + 1) \frac{\lambda_f}{4}$

$\alpha x \cos \theta_z = (2m + 1) \frac{\lambda_f}{4}$

para um filme de ar Y entre duas lâminas de vidro ($n = 1.4$)

$\alpha x \cos \theta_z = (2m + 1) \frac{\lambda_0}{1.4}$

Se, ainda consideramos observação perpendicular

com a lâmina

$$\cos \theta_t = 1$$

$$\Delta x = (2m+1) \frac{\lambda_0}{4}$$

$m = 0, 1, 2, 3 \dots$ Int. $\cos \theta_t = 1$

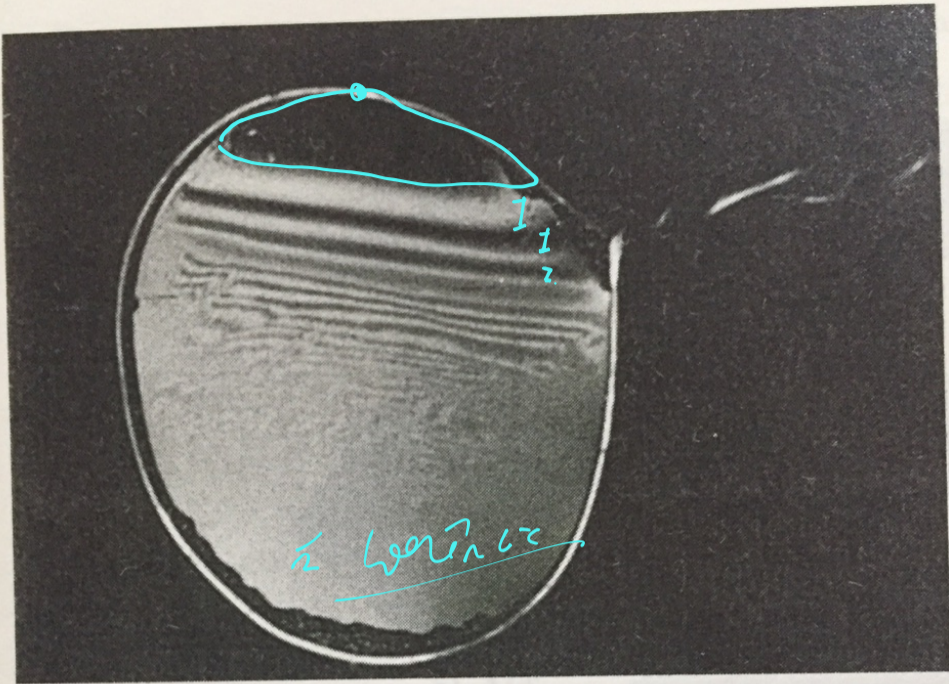


Figura 9.23 Filme em forma de cunha feito com uma película de detergente (Fotografia de E. H.)

o meio de Newton

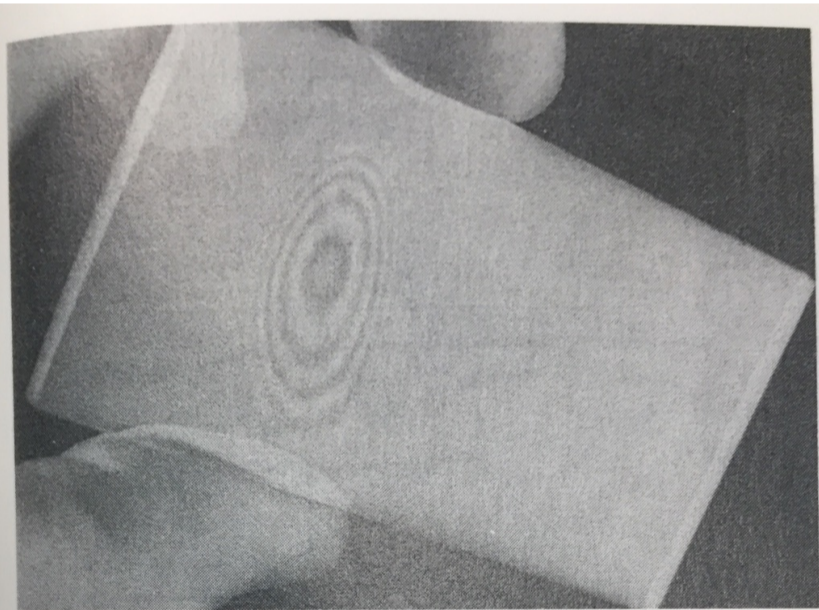


Figura 9.25 Anéis de Newton com duas lâminas de microscópio (Fotografia de E. H.)

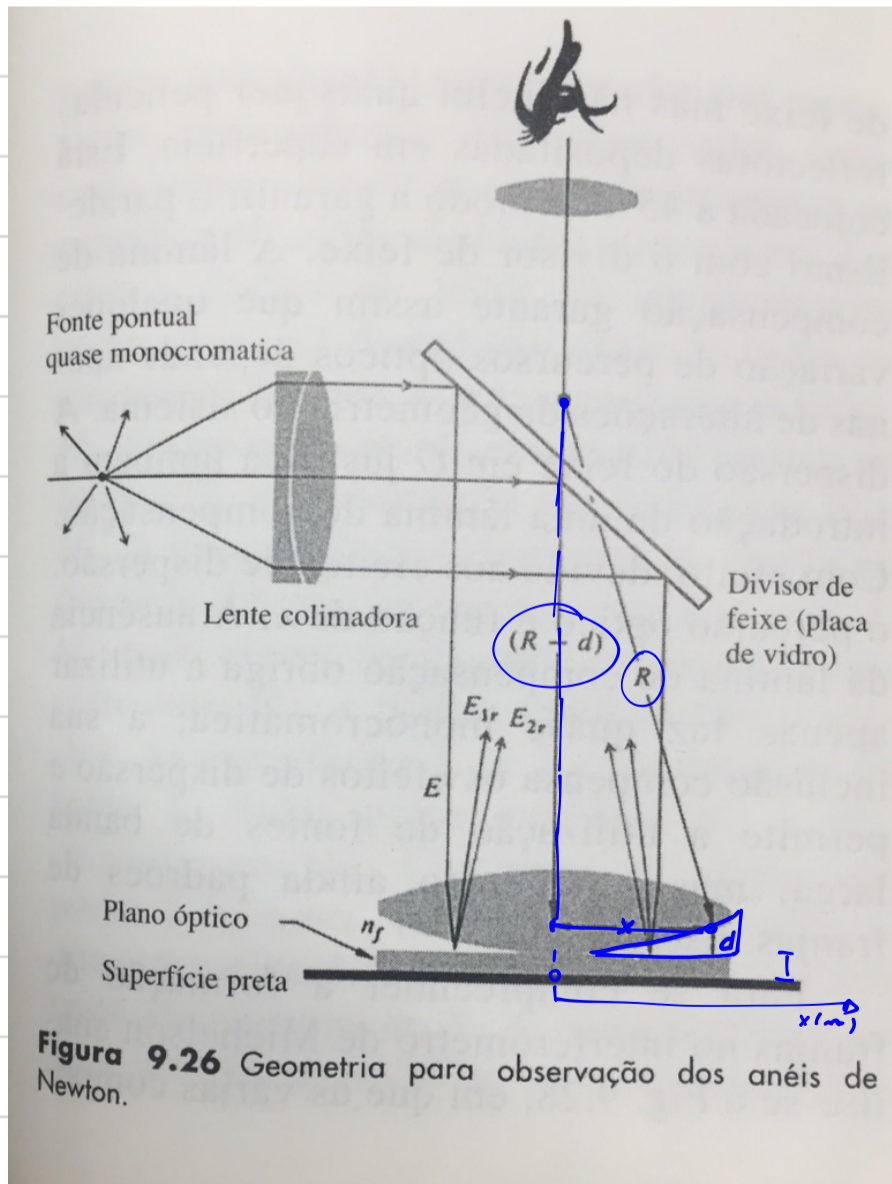


Figura 9.26 Geometria para observação dos anéis de Newton.

$$d \cos \theta_t = (2m+1) \frac{\lambda_f}{4}$$

$$\frac{x^2}{2R} = (2m+1) \frac{\lambda_f}{4}$$

$$x = \sqrt{\frac{\lambda_f R (2m+1)}{2}}$$

max
= 1 (condição)

$$d = ? \quad x^2 + (R-d)^2 = R^2$$

$$x^2 = R^2 - R^2 - (-2Rd) - d^2$$

$$x^2 = 2Rd - d^2$$

$$d < \lambda$$

$$x^2 = 2Rd$$

$$d = \frac{x^2}{2R}$$

Interferências com espelhos

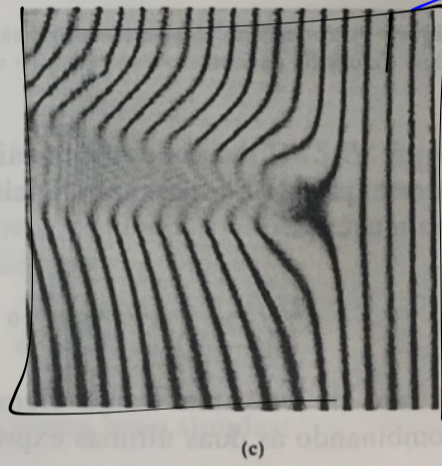
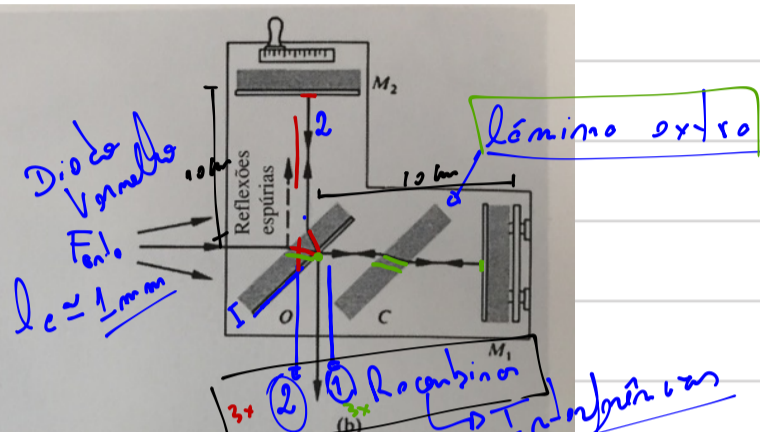
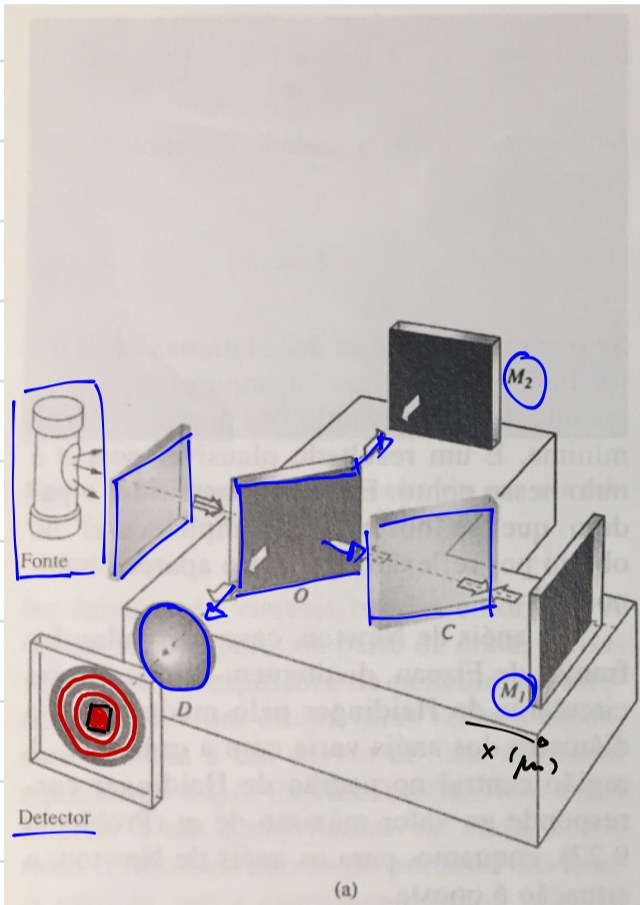


Figura 9.27 Interferômetro de Michelson. (a) As franjas circulares estão centradas no eixo da lente. (b) Representação esquemática do interferômetro, clarificando o percurso das duas ondas. (c) O padrão de franjas associado a duas ondas que se intersectam segundo um ângulo muito pequeno, pode ser distorcido pela ponta de um ferro de soldar aquecido, introduzido num dos ramos do interferômetro. (Fotografia de E.H.).