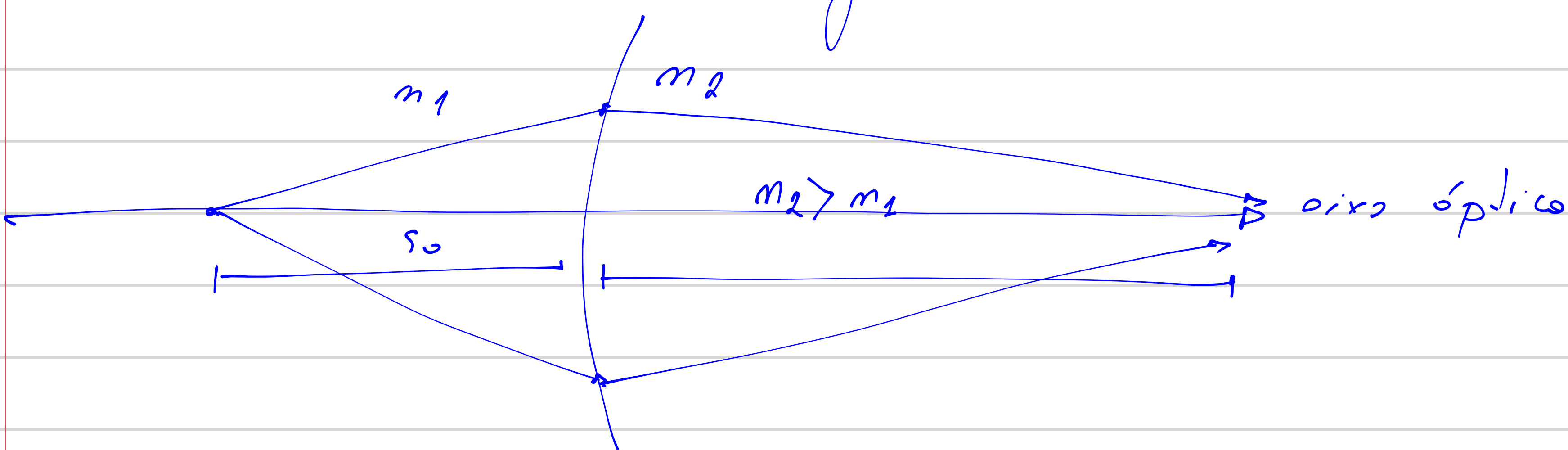
Lentes Delgadas



$$\frac{n_1}{S_o} + \frac{n_2}{S_i} = \frac{(n_2 - n_1)}{R}$$

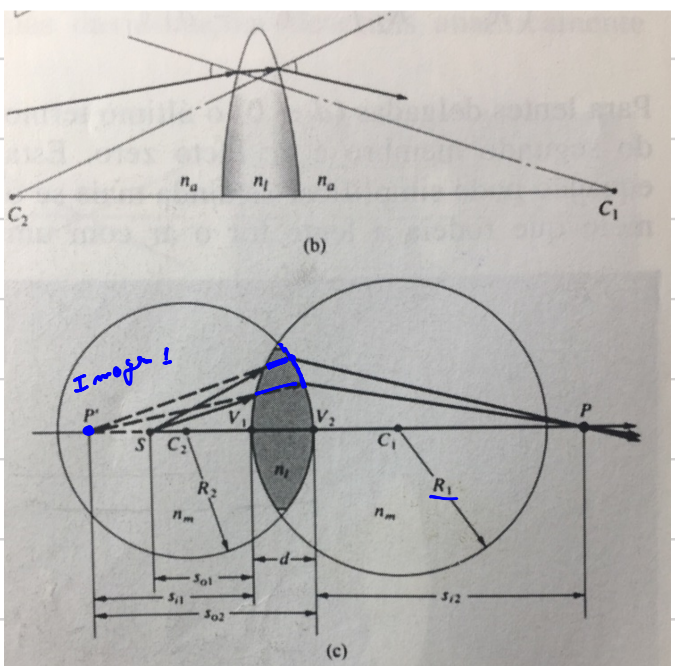


Figura 5.16 Uma lente esférica. (a) Traçado de raios num plano vertical contendo o eixo da lente. (b) Refracção nos dioptros. O raio do primeiro dioptro, que contém C_1 é normal à primeira superfície; um raio luminoso que incida na lente é deflectido *aproximando*-se da normal. O raio do segundo dioptro, que contém C_2, é normal à segunda superfície; o raio emergente *afasta*-se da normal, pois $n_l > n_a$; (c) a geometria.

lente $\Rightarrow n_e$

meio $\Rightarrow n_m$

P/ 1º face

$$\boxed{\frac{n_m}{S_{o1}} + \frac{n_e}{S_{i1}} = \frac{(n_e - n_m)}{R_1}}$$

importante: formação da imagem S_{i1}

$S_{i1} \rightarrow$ passa a ser objeto para a 2º face

$$\cancel{S_{o2} = d + S_{i1}}$$

S_{i1} = positivo ou negativo ?

$$S_{o2} = d - S_{i1}$$

P/ 2º face

$$\boxed{\frac{n_e}{d - S_{i1}} + \frac{n_m}{S_{i2}} = \frac{n_m - n_e}{R_2}}$$

somar as duas equações

$$\boxed{\frac{n_m}{S_{o1}}} + \frac{n_e}{S_{i1}} + \frac{n_e}{(d - S_{i1})} + \boxed{\frac{n_m}{S_{i2}}} = (n_e - n_m)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{n_m}{S_{o1}} + \frac{n_m}{S_{i2}} + \frac{n_e(d - \cancel{S_{i1}}) + \cancel{n_e S_{i1}}}{S_{i1}(d - S_{i1})} = (n_e - n_m)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\boxed{\frac{n_m}{S_{o1}} + \frac{n_m}{S_{i2}} + \frac{n_e d}{S_{i1}(d - S_{i1})} = (n_e - n_m)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$$

Equações p/ lentes

↳ d = espessura da lente

Se: d = 0

$$\boxed{\frac{n_m}{S_{o1}} + \frac{n_m}{S_{i2}} = (n_l - n_m)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$$

↳ Eq. p/ lentes delgadas

Usualmente $n_m = 1.000???$ (ar)

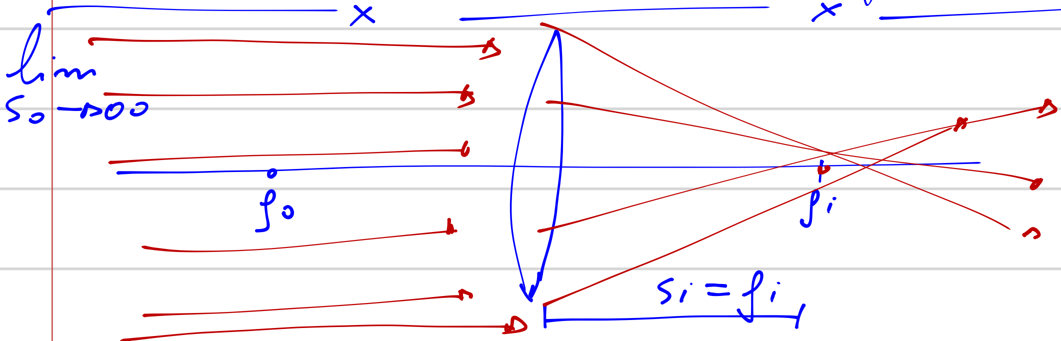
$n_l = n$

$S_{o1} \rightarrow S_o$ (objeto)

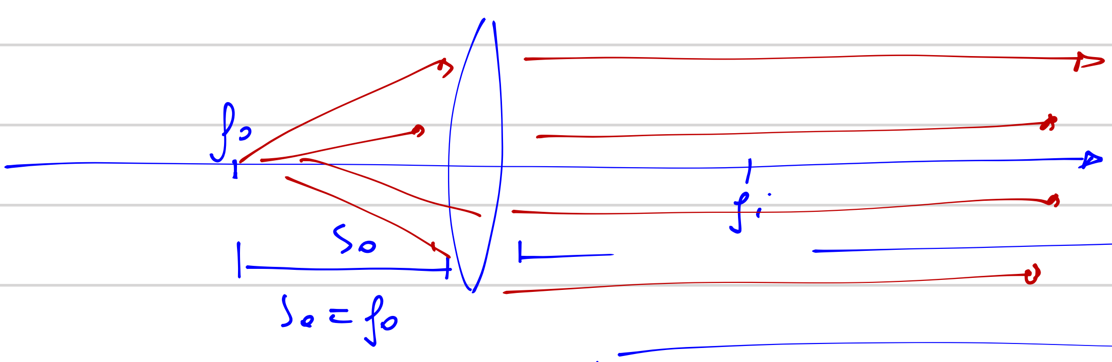
$S_{i2} \rightarrow S_i$ (imagem formada)

$$\boxed{\frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)}$$

↳ Eq. p/ lentes delgados imersos no ar



$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{f_i} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

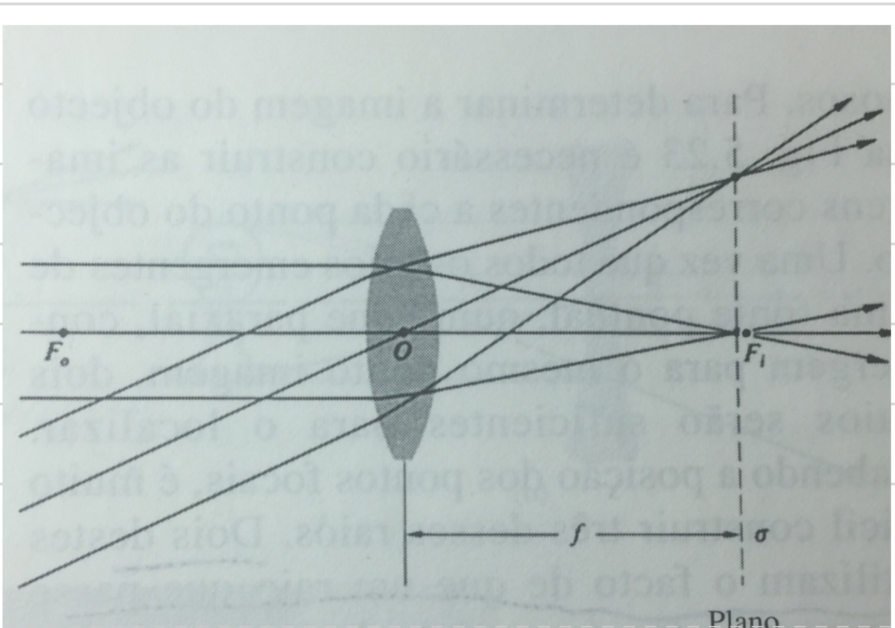


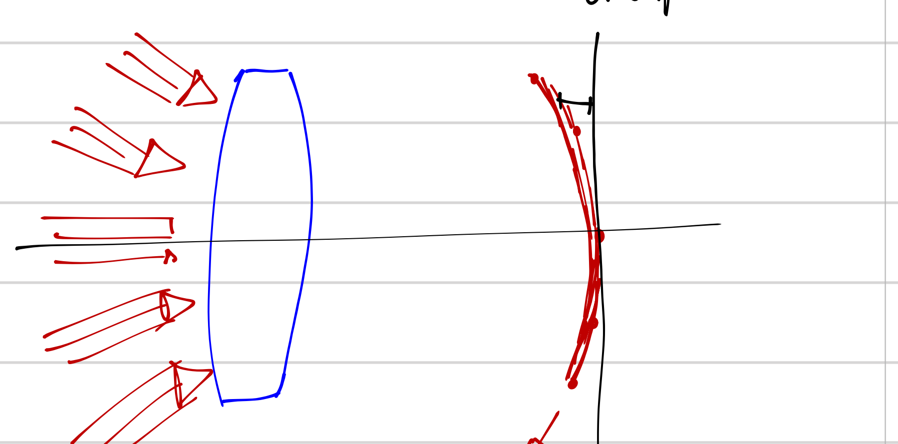
$$\frac{1}{f_o} + \frac{1}{\infty} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$S_i = \infty$

$f_o = f_i = f$

$$\boxed{\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i}}$$





Superfície onde é formada a imagem

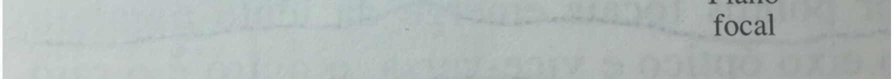


Figura 5.21 Plano focal de uma lente.

Tarefa: $x_o \cdot x_i = f^2 \Rightarrow$ Equações de Newton

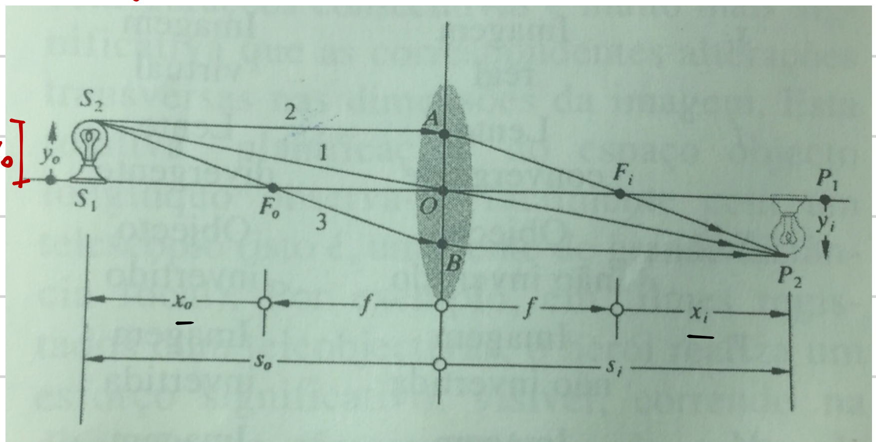


Figura 5.25 Localização do objecto e da imagem criada por uma lente delgada.

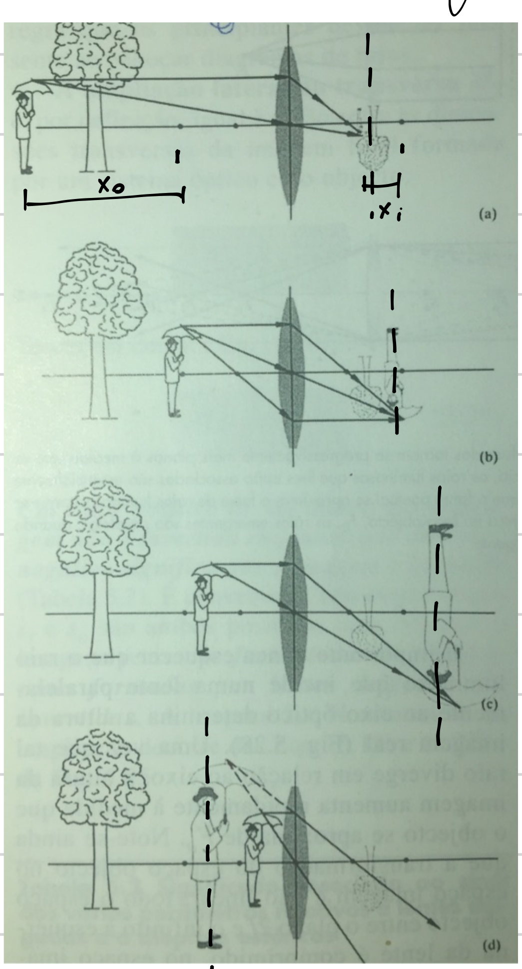
"Ampliação" transversal ou lateral $\quad M_T \equiv \frac{y_i}{y_o}$

$$\boxed{M_T = -\frac{S_i}{S_o}}$$

→ sinal negativo representa a inversão da imagem em relação ao objeto

Ampliação longitudinal

$$M_L \equiv \frac{dx_i}{dx_o}$$



$$\boxed{M_L = -\frac{f^2}{x_o^2} = -M_T^2}$$

por que M_L é igual ao quadrado de M_T??

$M_L = M_L(x_i, x_o)$

$M_T = M_T(y_i, y_o)$

associação de lentes delgadas

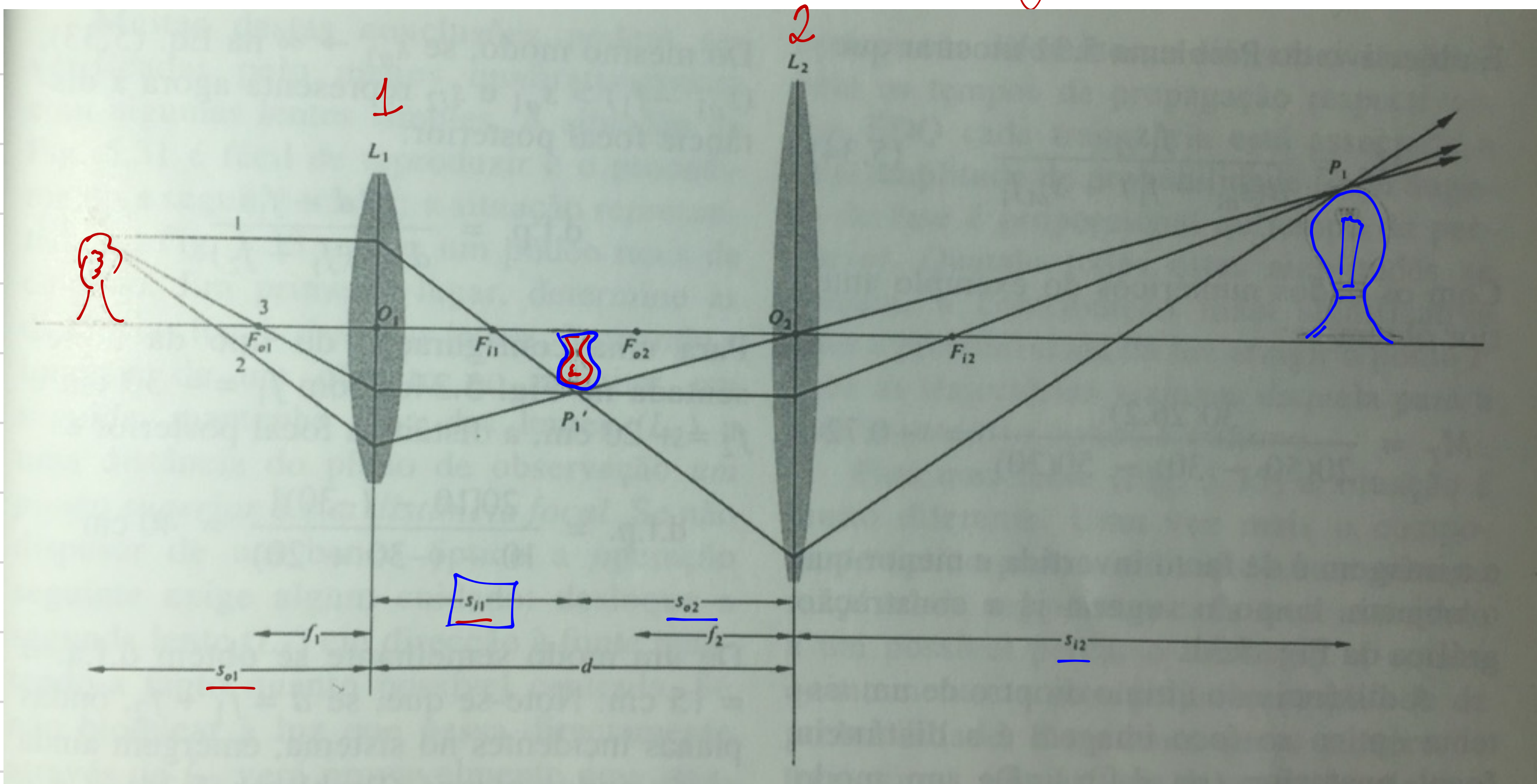


Figura 5.33 Duas lentes delgadas a uma distância superior à soma das suas distâncias focais. Como a imagem intermédia é real, pode-se começar com o ponto P'_1 e considerá-lo como um objecto real para L_2. Nestes termos, um raio luminoso que passe por P'_1 e F_{o2} atingirá P_1.

Solução ⇒ aplicar a Eq $\frac{1}{s_{o1}} + \frac{1}{s_{i1}} = \frac{1}{f_1}$ p/ 1ª lente

⇒ a imagem formada (s_{i1}) ⇒ objeto da 2ª lente

⇒ aplicar a Eq. $\frac{1}{s_{o2}} + \boxed{\frac{1}{s_{i2}}} = \frac{1}{f_2}$ → solução (posição da imagem final)

Diafragmas

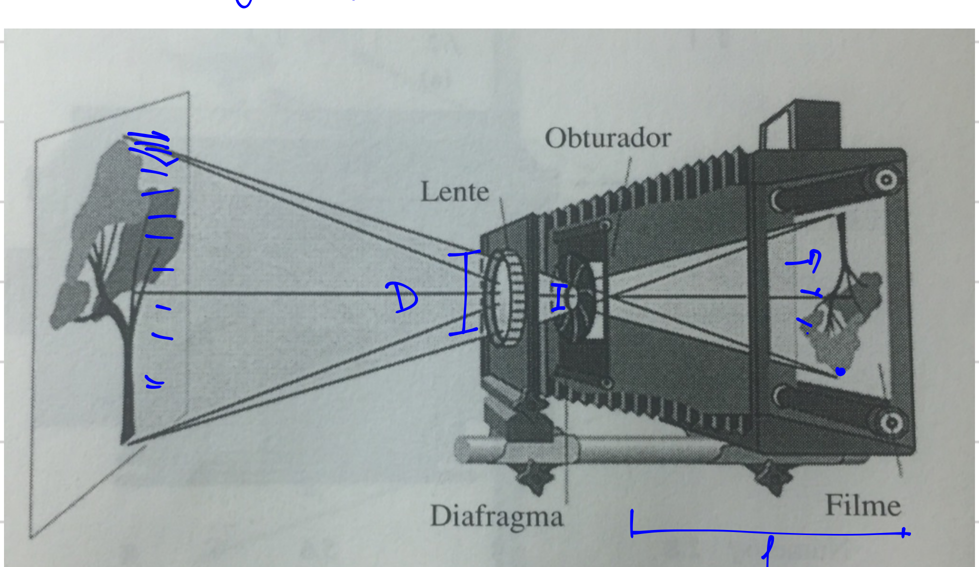


Figura 5.41 Câmara fotográfica para grandes formatos, ainda hoje utilizada nalgumas aplicações comerciais, constituída por uma lente, um diafragma de diâmetro variável, um obturador que

controla o tempo de exposição e um filme onde a imagem se forma e é registada.

número $(f/\#)$:

por exemplo, quando se fala q o número $(f/\#)$ for igual a dois, $\Rightarrow (f/2)$

$$f/\# = \frac{foco}{D}$$

foco = da lente

D = diâmetro da abertura de luz → tamanho da lente → abertura do diafragma

completamente um sistema óptico, é o de

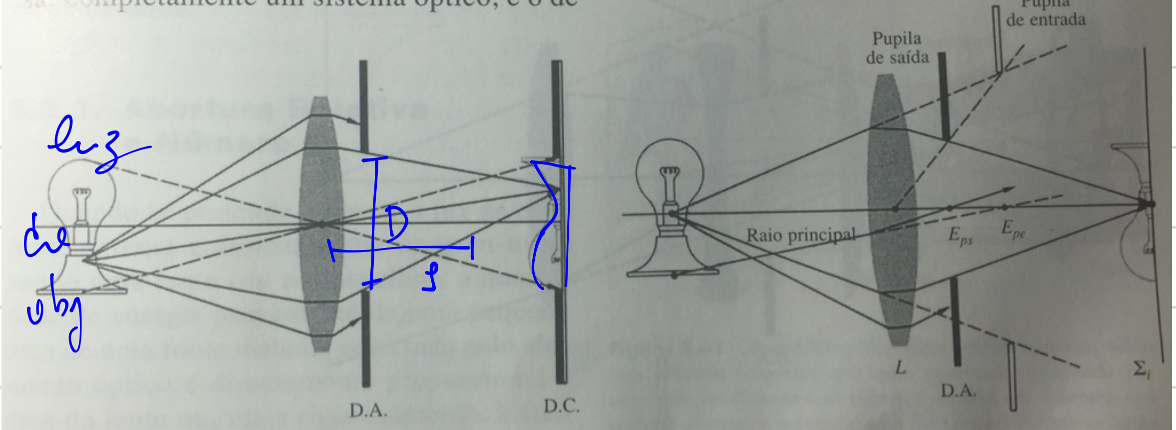


Figura 5.36 Diafragmas de abertura e de campo.

Figura 5.37 Pupilas de entrada e saída.

$$X_o X_i = f^2 \qquad X_i = \frac{f^2}{X_o}$$

$$\text{Irradiância} = \frac{\text{Energia}}{\text{área}} \propto \frac{D^2}{f^2} \propto \left(\frac{D}{f}\right)^2$$

$$(f/\#) = \left(\frac{f}{D}\right)$$ $\Rightarrow$ Inv da densidade de Energia q forma a imagem

---