

OTTICA GEOMETRICA – I

A.A. 2012 – 2013

Compito

29 Gennaio 2013

Esercizio 1

Un raggio, propagandosi in acqua, incide su un diotro acqua – NBK7. Individuare la direzione del raggio incidente e del raggio riflesso nel caso in cui al raggio incidente è associata la lunghezza d'onda e e l'angolo di rifrazione è $i' = +30^\circ$.

[$i = \underline{34.6745}$ $i'' = \underline{-34.6745}$] [punti 2]

Esercizio 2

Consideriamo un prisma sottile posto in aria. Tre raggi “monocromatici” a cui sono associate rispettivamente le lunghezze d'onda F , d , C incidono su di esso ed emergendo sono deviati rispettivamente di 1.566° , 1.551° e 1.542° . Determinare il numero di Abbe del materiale di cui è fatto il prisma.

[$v_d = \underline{64.625}$] [punti 3]

Esercizio 3

Un fascio sottile di raggi paralleli, con $\lambda = g$, propagandosi in aria incide normalmente su un cateto di un prisma retto. Supponendo che il fascio incidente trasporti la potenza di 1 mW calcolare la potenza del fascio che emerge dal prisma nel caso in cui quest'ultimo sia fatto di NSF4. Trascurare l'assorbimento dei mezzi considerati e le riflessioni multiple all'interno del prisma.

[$P' = \underline{0.8455 \text{ mW}}$] [punti 3]

Esercizio 4

Consideriamo un diotro sferico NSF4 – aria in rifrazione il cui raggio di curvatura è $R_1 = -700$ mm. Supponendo di essere in condizioni parassiali e che la luce incide sul diotro propagandosi in NSF4, determinare per $\lambda = e$ le due lunghezze focali effettive e il potere del diotro.

[$f = \underline{-1618.635 \text{ mm}}$ $f' = \underline{918.635 \text{ mm}}$ $\Phi = \underline{1.08857 \text{ D}}$] [punti 3]

Esercizio 5

Consideriamo due lenti sottili in aria di potere $\Phi_1 = 6 \mathcal{D}$ e $\Phi_2 = -2 \mathcal{D}$ rispettivamente. Supponendo di essere in condizioni parassiali determinare la distanza t a cui mettere le due lenti sopra descritte in modo che il sistema ottico centrato così costituito abbia potere $\Phi = 5 \mathcal{D}$. Inoltre per tale sistema ottico determinare: la focale, la focale anteriore e posteriore, la posizione dei piani principali. Infine se un pettine è posto, ortogonalmente all'asse ottico, alla distanza $\Delta_1 = -500 \text{ mm}$ dalla prima lente determinare la distanza Δ_2 dalla seconda lente, dell'immagine del pettine fatta dalla due lenti.

$$\left[\begin{array}{l} t = \underline{83.3 \text{ mm}} \quad f' = \underline{200 \text{ mm}} \quad ffl = \underline{-233.3 \text{ mm}} \quad bfl = \underline{100 \text{ mm}} \\ d = \underline{-33.3 \text{ mm}} \quad d' = \underline{-100 \text{ mm}} \quad \Delta_2 = \underline{250 \text{ mm}} \end{array} \right] \quad \text{[punti 6]}$$

Esercizio 6

Consideriamo uno specchio concavo in aria di focale $f' = -400 \text{ mm}$. Una sorgente puntiforme è posta all'infinito sull'asse della lente. Se il diametro dello specchio è $D = 10 \text{ mm}$ determinare l' $f/\#'$ del cono di raggi riflessi dallo specchio.

$$\left[f/\#' = \underline{40} \right] \quad \text{[punti 2]}$$

Esercizio 7

Consideriamo una lente sottile positiva in aria di focale $f' = +100 \text{ mm}$. Un diaframma di diametro $D = 6 \text{ mm}$, che è posto alla distanza -300 mm dalla lente stessa, svolge la funzione di stop. Determinare la posizione (diametro) della pupilla di ingresso t_{EP} (D_{EP}), e la posizione (diametro) della pupilla di uscita t_{XP} (D_{XP}).

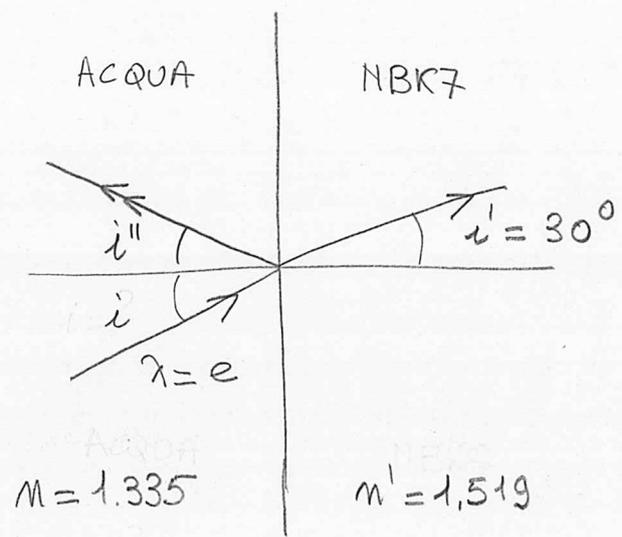
$$\left[t_{EP} = \underline{-300 \text{ mm}} \quad D_{EP} = \underline{6 \text{ mm}} \quad t_{XP} = \underline{150 \text{ mm}} \quad D_{XP} = \underline{3 \text{ mm}} \right] \quad \text{[punti 4]}$$

Esercizio 8

Consideriamo uno specchio convesso in aria di focale $f' = \Delta$ ($\Delta > 0$). Determinare graficamente la posizione e la dimensione dell'immagine fatta dallo specchio di un oggetto lineare, di dimensione $L = \Delta/4$, posto alla distanza $l = -\Delta/2$ dallo specchio stesso.

[punti 7]

ESERCIZIO 1



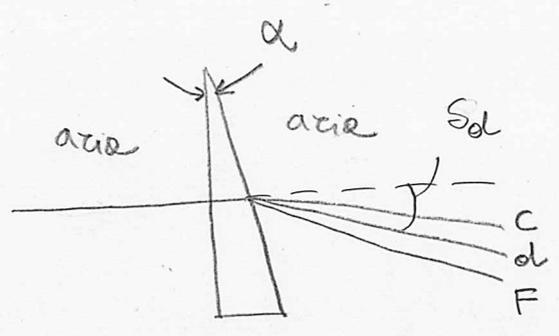
$$m \sin i = m' \sin i' \Rightarrow$$

$$\sin i = \frac{1.519 \cdot \sin(30^\circ)}{1.335} \Rightarrow$$

$$i = 34.6745$$

$$i'' = -i = -34.6745$$

ESERCIZIO 2



$$S_F = 1.566^\circ$$

$$S_d = 1.551^\circ$$

$$S_C = 1.542^\circ$$

$$S_F = (m_F - 1)\alpha$$

$$S_d = (m_d - 1)\alpha$$

$$S_C = (m_C - 1)\alpha$$

$$V_d = \frac{m_d - 1}{m_F - m_C} = \frac{m_d - 1}{(m_F - 1) - (m_C - 1)} = \frac{\frac{S_d}{\alpha}}{\frac{S_F}{\alpha} - \frac{S_C}{\alpha}}$$

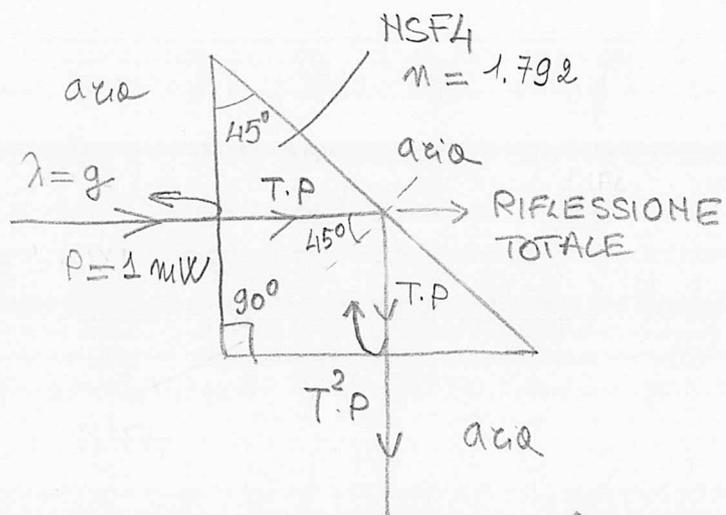
$$\Rightarrow V_d = \frac{S_d}{S_F - S_C} = \frac{1.551}{1.566 - 1.542} \Rightarrow$$

$$V_d = 64.625$$

ESERCIZIO 3

2

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.792}\right) = 33.920^\circ$$



$45^\circ > \theta_c \Rightarrow$
 Sull'ipotenusa del prisma il raggio incidente in condizioni di riflessione totale.

A causa delle due riflessioni sui cateti del prisma la potenza emergente dal prisma P' è data da:

$$P' = T^2 P = (1 - R)^2 \cdot P = \left[1 - \frac{(1-n)^2}{(1+n)^2}\right]^2 \cdot P =$$

$$= \left[1 - \frac{0.792^2}{2.792^2}\right]^2 \cdot 1 \text{ mW} \Rightarrow \boxed{P' = 0.8455 \text{ mW}}$$

ESERCIZIO 4

3

NSFH

$$n_0 = 1.762$$

ARIA

$$n_1 = 1$$

$$\lambda = e$$

$$R_2 = -700 \text{ mm}$$

$$f = - \frac{n_0}{n_1 - n_0} R_1 = - \frac{1.762}{-0.762} (-700) \text{ mm} \Rightarrow$$

$$f = -1618.635 \text{ mm}$$

$$f' = \frac{n_1}{n_1 - n_0} R_2 = \frac{1}{-0.762} (-700) \text{ mm}$$

$$f' = 918.635 \text{ mm}$$

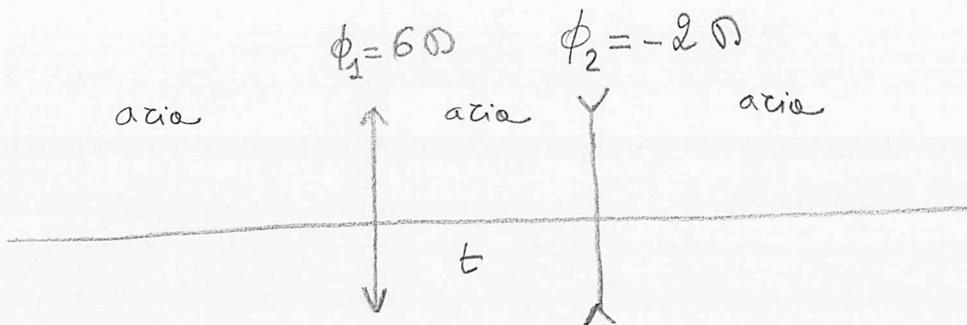
$$\phi = (n_1 - n_0) \frac{1}{R_2} = \frac{-0.762}{-700} \text{ mm}^{-1} = \frac{0.762}{700} \cdot 10^3 \text{ D}$$

$$\phi = 1.08857 \text{ D}$$

ESERCIZIO 5

(4)

$$\phi = 5 \text{ D}$$



Calcolo la distanza t tra le due lenti

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - t \phi_1 \phi_2 \Rightarrow 6 - 2 + 12t = 5 \quad 12t = 5 - 4 \Rightarrow$$

$$t = \frac{1}{12} \text{ m} \Rightarrow t = 83.3 \text{ mm}$$

$$f' = \frac{1}{\phi} = \frac{1}{5} \text{ m} = 200 \text{ mm} \Rightarrow f' = 200 \text{ mm}$$

$$f_{pp} = -\frac{(1 - t \phi_2)}{\phi} = -\frac{1 + \frac{2}{12 \cdot 6}}{5} \text{ m} = -\frac{7}{6} \cdot \frac{1}{5} \text{ m} = -\frac{7}{30} \text{ m} \Rightarrow$$

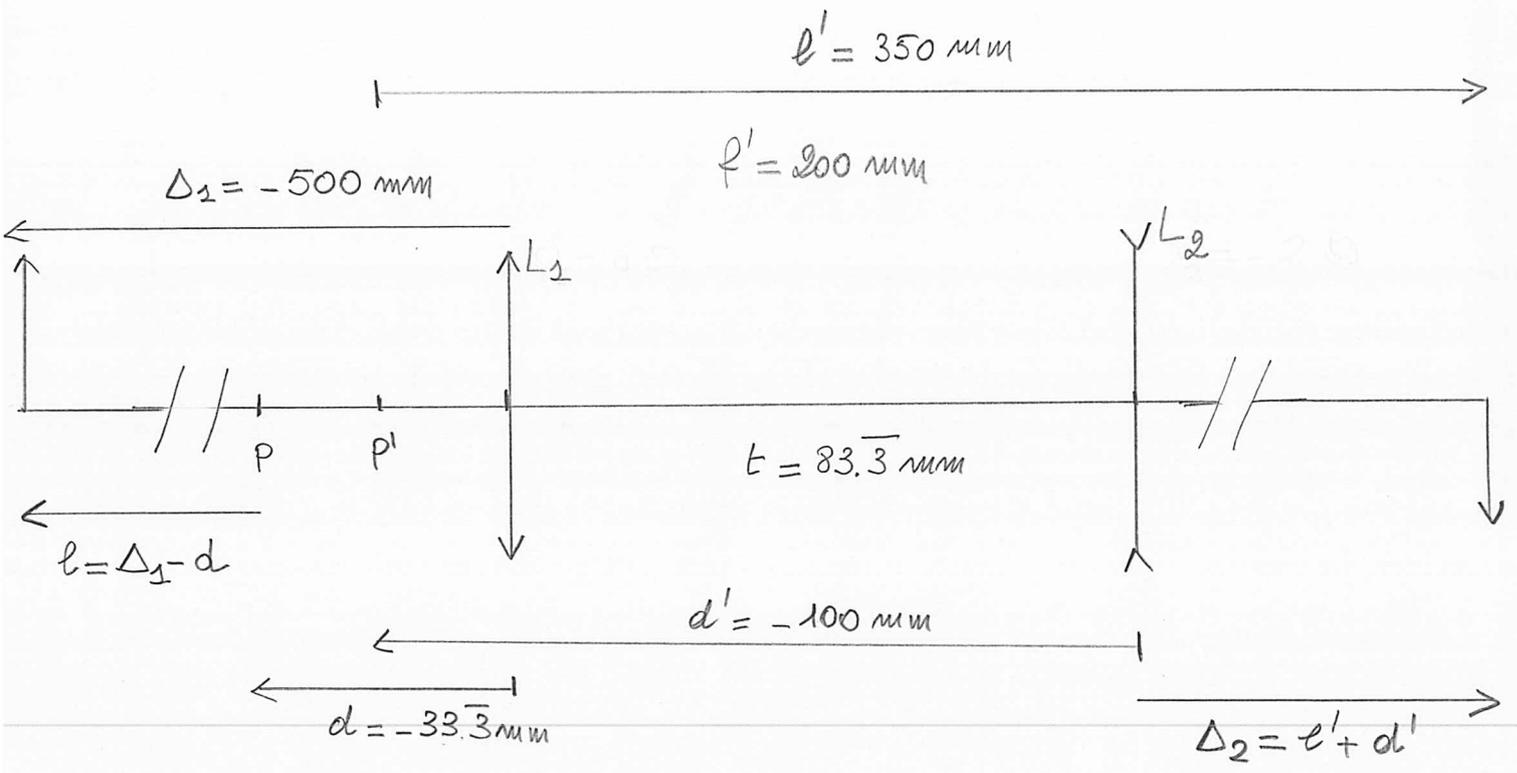
$$f_{pp} = -233.3 \text{ mm}$$

$$b_{pp} = \frac{1 - t \phi_2}{\phi} = \frac{1 - \frac{6}{12 \cdot 2}}{5} \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} \text{ m} = 0.1 \text{ m}$$

$$b_{pp} = 100 \text{ mm}$$

$$d = \frac{\phi_2}{\phi} t = \frac{-2}{5} \cdot \frac{1}{12 \cdot 6} \text{ m} = -\frac{1}{30} \text{ m} \Rightarrow d = -33.3 \text{ mm}$$

$$d' = -\frac{\phi_1}{\phi} t = -\frac{6}{5} \cdot \frac{1}{12 \cdot 2} \text{ m} = -\frac{1}{10} \text{ m} \Rightarrow d' = -100 \text{ mm}$$



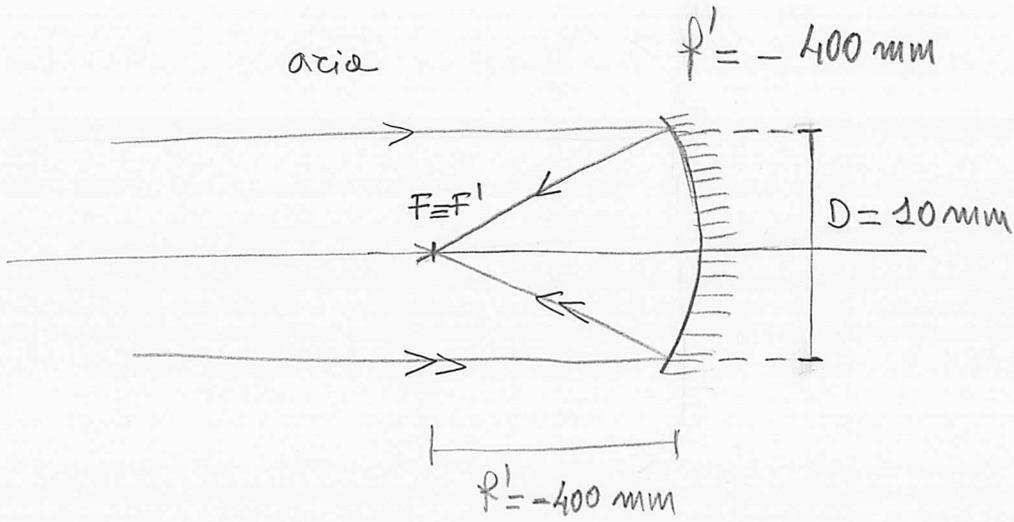
$$\frac{1}{e'} = \frac{1}{e} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{\Delta_1 - d} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{-500 + 33.3} + \frac{1}{200} \Rightarrow$$

$$e' = 350 \text{ mm} \text{ e quindi } \Delta_2 = e' + d' = (350 - 100) \text{ mm} \Rightarrow$$

$\Delta_2 = 250 \text{ mm}$

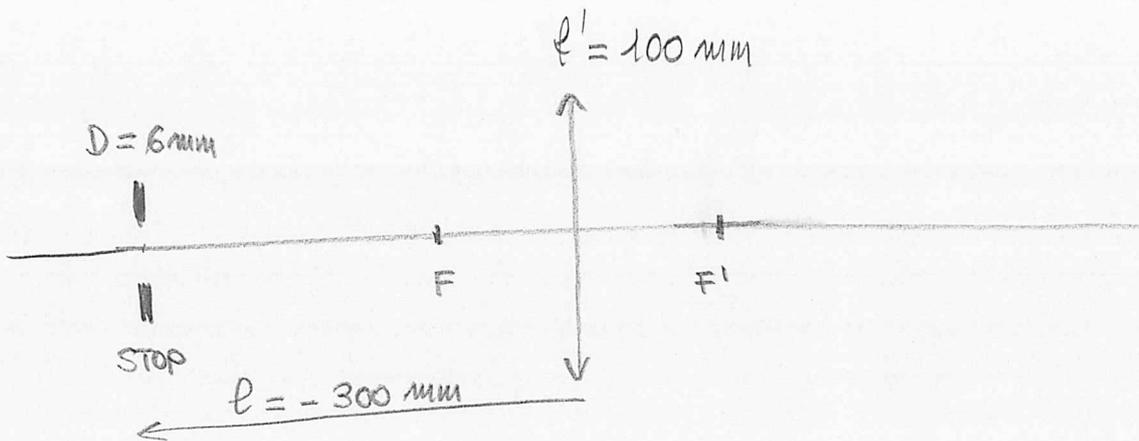
ESERCIZIO 6

6



$$f/\# = \frac{1}{m} \frac{|f'|}{|D|} = \frac{400 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} \Rightarrow f/\# = 40$$

ESERCIZIO 7



Lo stop si trova davanti alla lente \Rightarrow EP coincide con lo stop \Rightarrow $t_{EP} = -300 \text{ mm}$ e $D_{EP} = 6 \text{ mm}$

Calcoliamo la posizione e l'immagine dello stop fatta dalla lente.

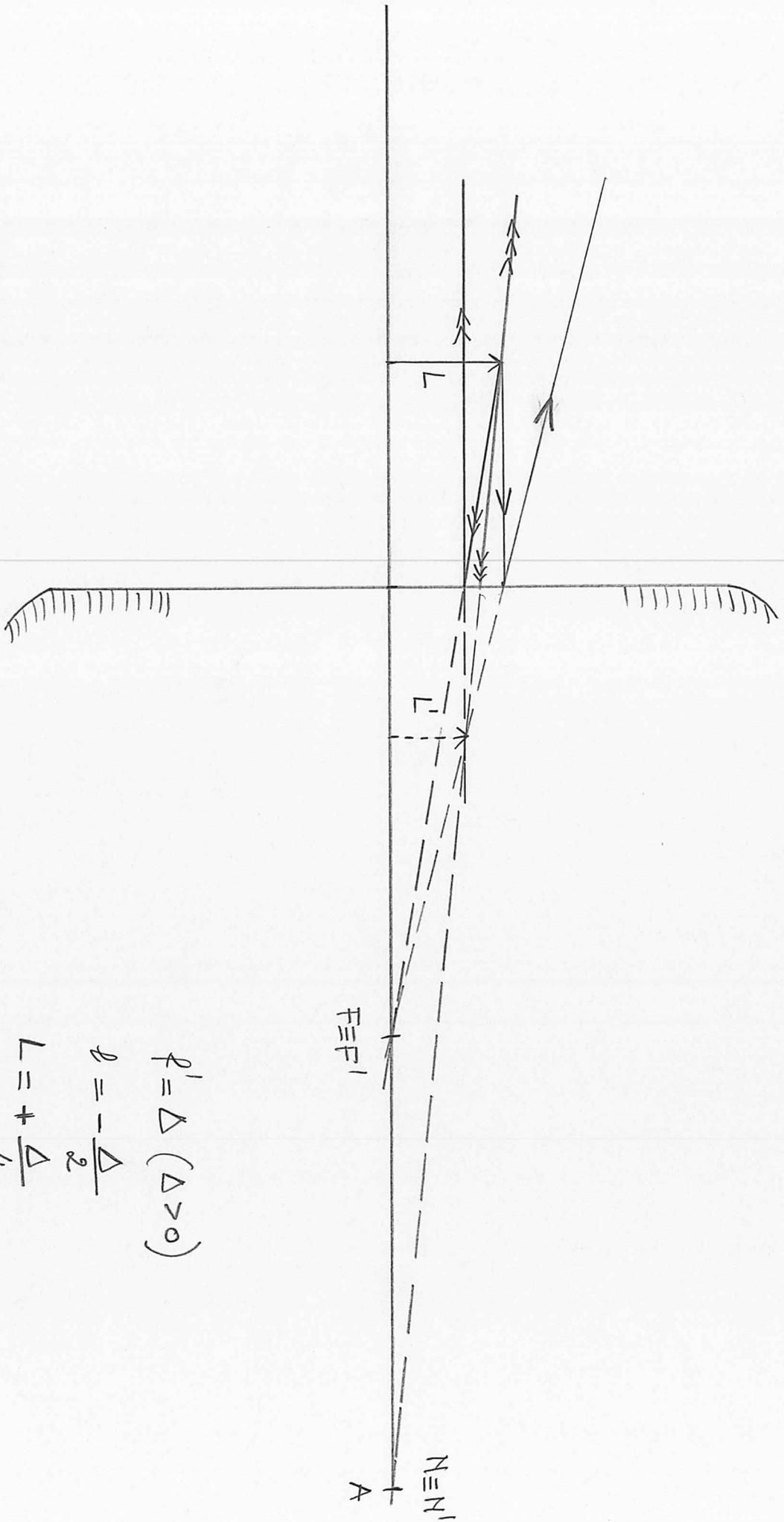
$$\frac{1}{e'} = \frac{1}{l} + \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{e'} = \left[-\frac{1}{300} + \frac{1}{100} \right] \text{ mm}^{-1} = \frac{-1 + 3}{300} \text{ mm}^{-1} \Rightarrow$$

$$e' = \frac{300}{2} \text{ mm} = 150 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$m = \frac{e'}{l} = \frac{150}{-300} \Rightarrow m = -0,5$$

$$t_{xp} = 150 \text{ mm} \quad \text{e} \quad D_{xp} = |m| D = 0,5 \cdot 6 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$D_{xp} = 3 \text{ mm}$$



$$f' = \Delta \quad (\Delta > 0)$$

$$p = -\frac{\Delta}{2}$$

$$L = +\frac{\Delta}{4}$$