

# OTTICA GEOMETRICA – I

A.A. 2011 – 2012

Compitino

19 Gennaio 2012

## Esercizio 1

Su un diottro aria – NBK7 incide un raggio, propagandosi in aria, con un angolo di incidenza  $i = -75^\circ$ . Individuare la direzione del raggio riflesso e del raggio rifratto nel caso in cui al raggio incidente è associata la lunghezza d'onda  $d$ .

$$[i'' = \underline{75^\circ} \quad i' = \underline{-39.549} \quad ] \quad [ \text{punti } 2 ]$$

## Esercizio 2

Consideriamo un diottro sferico NBK7 – aria in rifrazione il cui raggio di curvatura è  $R_1 = -500$  mm. Supponendo di essere in condizioni parassiali e che la luce incide sul diottro propagandosi in NBK7, determinare per  $\lambda = h$  le due lunghezze focali effettive e il potere del diottro.

$$[ f = \underline{-1443.396 \text{ mm}} \quad f' = \underline{943.396 \text{ mm}} \quad \Phi = \underline{1.06 \text{ D}} \quad ] \quad [ \text{punti } 4 ]$$

## Esercizio 3

Consideriamo una lente sottile negativa in aria di focale  $f' = -400$  mm. Una sorgente puntiforme è posta sull'asse della lente ad una distanza  $l = -1000$  mm da quest'ultima. Se il diametro della lente è  $D = 8$  mm determinare l'apertura numerica  $NA$  del cono di raggi entranti nella lente e l'apertura numerica  $NA'$  del cono di raggi emergenti dalla lente.

$$[ NA = \underline{0.004} \quad NA' = \underline{0.014} \quad ] \quad [ \text{punti } 2 ]$$

## Esercizio 4

Consideriamo un diottro sferico aria – NSF4 in rifrazione il cui raggio di curvatura è  $R_1 = 600$  mm. Una matita, di altezza  $L = 150$  mm, è situata in aria perpendicolarmente all'asse ottico del diottro ad una distanza  $l = -2000$  mm da quest'ultimo. Supponendo di essere in condizioni parassiali determinare per  $\lambda = e$  la distanza  $l'$  dal diottro e la dimensione  $L'$  dell'immagine della matita formata dal diottro. Dire infine se l'immagine è reale (virtuale), e rovesciata (eretta).

$$[ l' = \underline{2288.312 \text{ mm}} \quad L' = \underline{97.403 \text{ mm}} \quad \underline{\text{REALE}} \quad \underline{\text{ROVESCIAATA}} \quad ]$$

[ punti 4 ]

### Esercizio 5

Un fascio sottile di raggi paralleli, con  $\lambda = r$ , 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.

[Potenza emergente = 0.85864 mW] [punti 4]

### Esercizio 6

Consideriamo una lente sottile in aria di potere  $\Phi = 5 \mathcal{D}$ . Un lapis, di altezza  $L = 100 \text{ mm}$ , è situato in aria perpendicolarmente all'asse ottico della lente ad una distanza  $l = -600 \text{ mm}$  da quest'ultima. Supponendo di essere in condizioni parassiali determinare la distanza  $l'$  dalla lente e la dimensione  $L'$  dell'immagine del lapis formata dalla lente. Dire infine se l'immagine è reale (virtuale), e rovesciata (eretta).

[ $l' =$ 300 mm $\quad L' =$ 50 mm $\quad$ REALE $\quad$ ROVESCATA]  
[punti 4]

### Esercizio 7

Attraverso una finestra protettiva di PMMA, dello spessore di  $45 \text{ mm}$ , un tecnico sta osservando, alla lunghezza d'onda  $e$ , un oggetto posto in aria. Se al tecnico l'oggetto pare distare  $-700 \text{ mm}$  dal diotro della finestra che è affacciato verso l'oggetto, quale è la distanza effettiva di quest'ultimo nell'ambito della approssimazione parassiale?

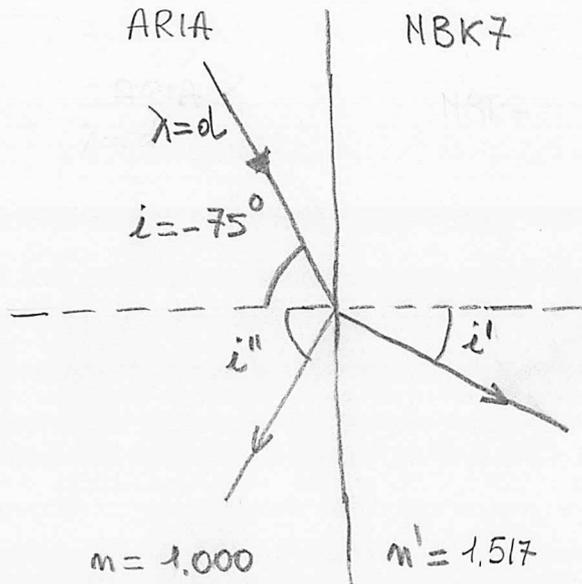
[distanza effettiva = -714.8795 mm] [punti 2]

### Esercizio 8

Consideriamo uno specchio sferico concavo 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  $L = \Delta/2$ , posto alla distanza  $l = -3\Delta$  dallo specchio stesso.

[punti 8]

# ESERCIZIO 1



$$n' \sin i' = n \sin i$$

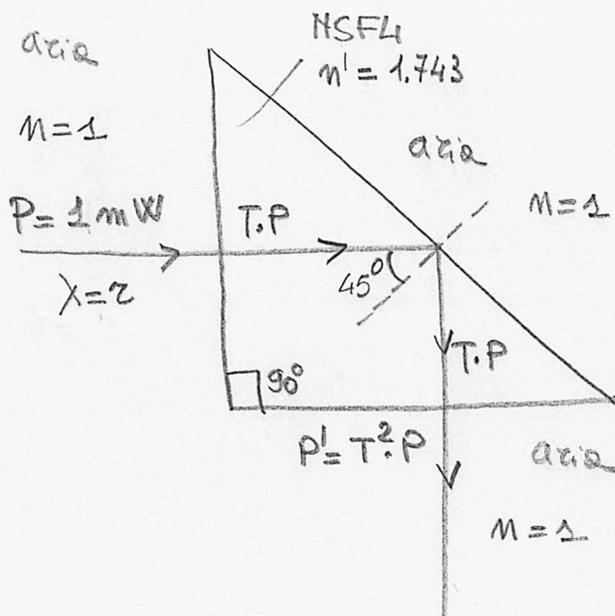
$$\sin i' = \frac{n}{n'} \sin i$$

$$\sin i' = \frac{1}{1.517} \cdot \sin(-75^\circ)$$

$$\Rightarrow i' = -39.549$$

$$i'' = -i = 75^\circ$$

# ESERCIZIO 5



$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.743}\right) \Rightarrow \theta_c = 35^\circ$$

l'angolo d'incidenza del fascio sottile sull'ipotenusa è in valore assoluto maggiore di  $\theta_c \Rightarrow$  il fascio viene riflesso totalmente dalla ipotenusa

$$T = 1 - R$$

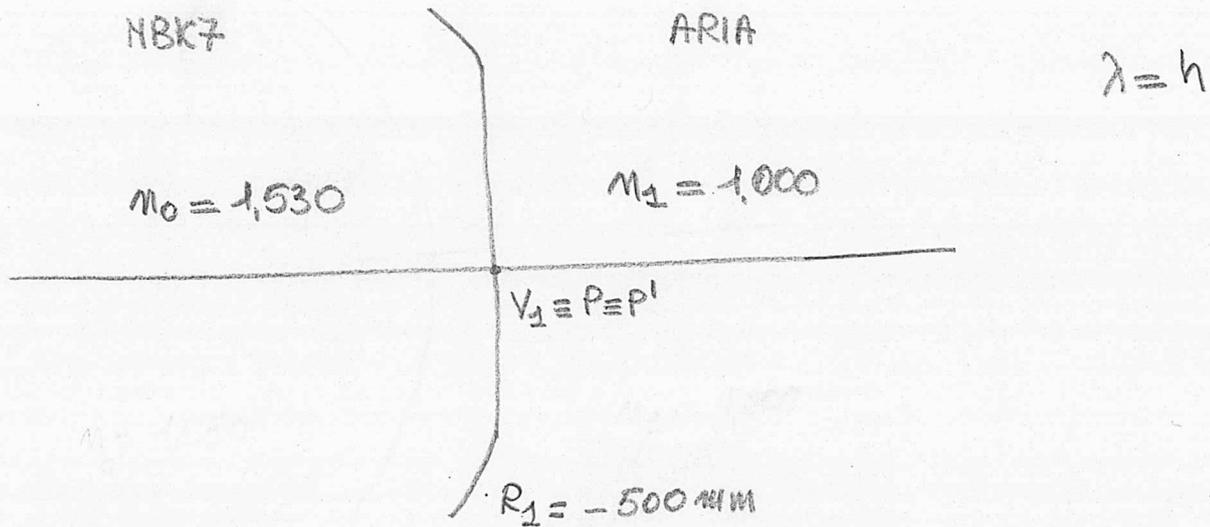
$$R = \frac{(n' - n)^2}{(n' + n)^2} = \left(\frac{1.743 - 1}{1.743 + 1}\right)^2 =$$

$$= \left(\frac{0.743}{2.743}\right)^2 \Rightarrow$$

$$P' = T \cdot P = \left[1 - \left(\frac{0.743}{2.743}\right)^2\right] \cdot 1 \text{ mW} \Rightarrow$$

$$P' = 0.85864 \text{ mW}$$

ESERCIZIO 2



$$f = - \frac{n_0}{n_1 - n_0} R_1 = - \frac{1.530}{1 - 1.530} \cdot (-500) \text{ mm} =$$

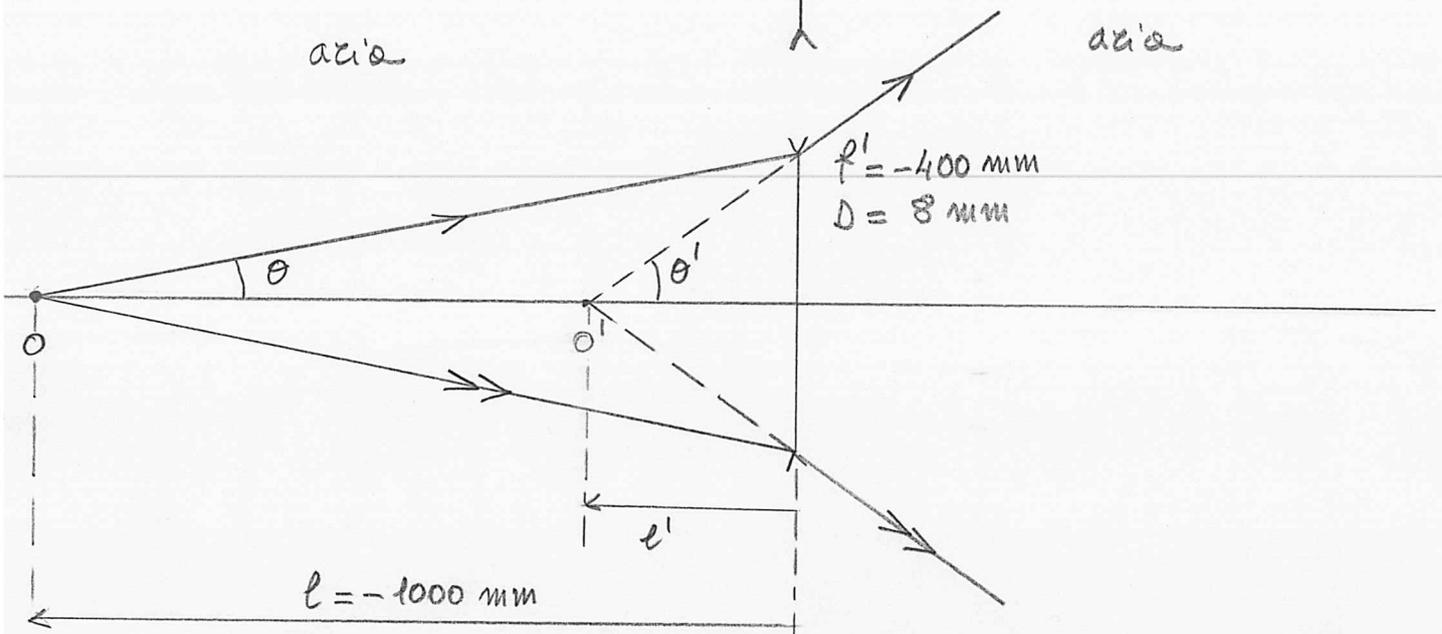
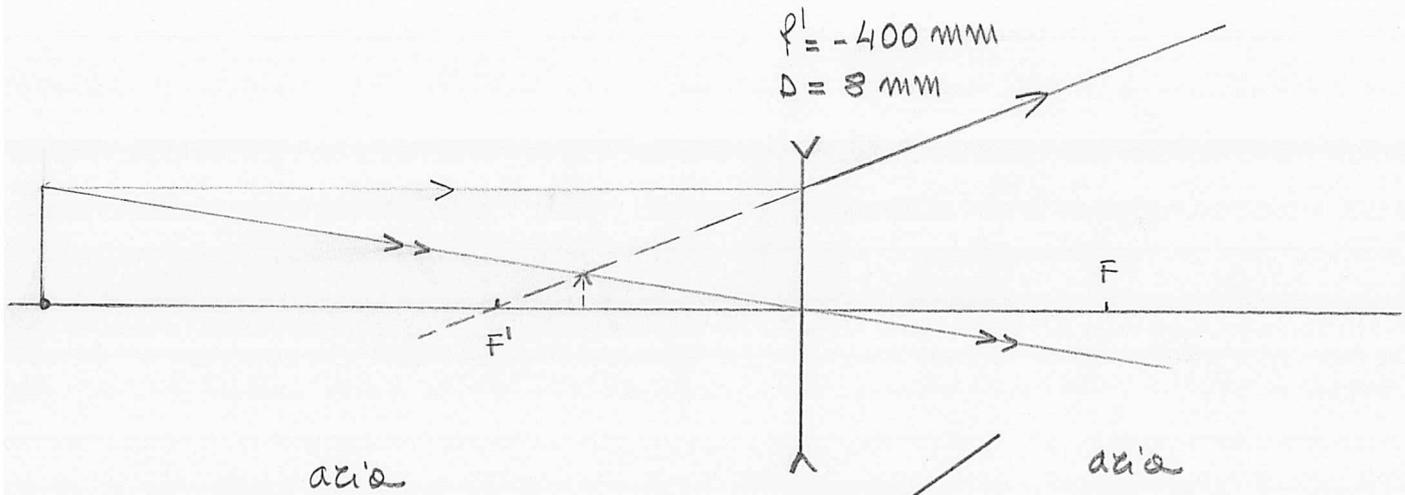
$$= - \frac{1.530}{0.530} \cdot 500 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{f = -1443.396 \text{ mm}}$$

$$f' = \frac{n_1}{n_1 - n_0} R_1 = \frac{1}{1 - 1.530} (-500) \text{ mm} =$$

$$= \frac{500}{0.530} \text{ mm} \Rightarrow \boxed{f' = 943.396 \text{ mm}}$$

$$\phi = \frac{n_1}{f'} = \frac{0.530}{500} \text{ mm}^{-1} \Rightarrow \boxed{\phi = 1.06 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^{-1} = 1.06 \text{ D}}$$

# ESERCIZIO 3



$$\tan|\theta| = \frac{\frac{D}{2}}{|l|} = \frac{4}{1000} \Rightarrow \boxed{NA = \sin|\theta| = 0.004}$$

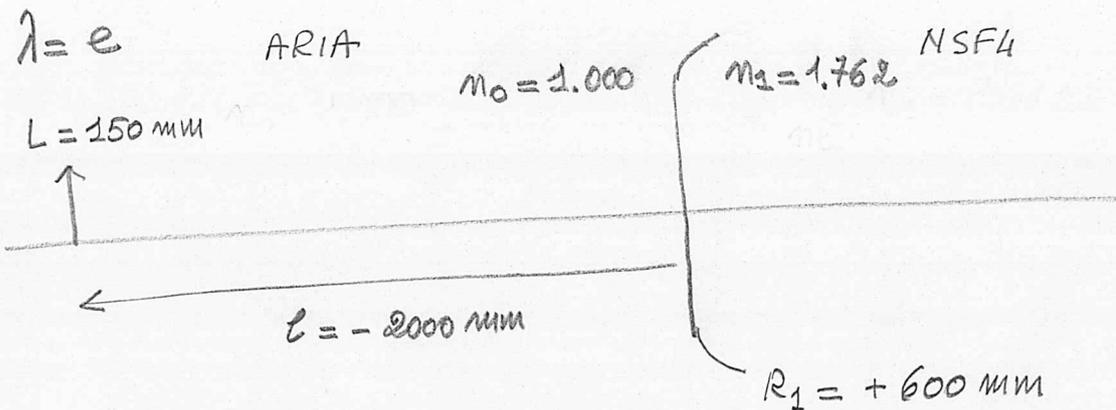
$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{l} + \frac{1}{f'} = \left(-\frac{1}{1000} - \frac{1}{400}\right) \frac{1}{\text{mm}} = -\frac{2+5}{2000} \frac{1}{\text{mm}} \Rightarrow l' = -\frac{2000}{7} \text{ mm}$$

$$m = \frac{l'}{l} = -\frac{\frac{2000}{7}}{-1000} = \frac{2}{7}$$

$$NA' = \sin\theta' = \frac{1}{|m|} NA \Rightarrow NA' = \frac{7}{2} NA = \frac{7}{2} \cdot 0.004 \Rightarrow$$

$$\boxed{NA' = 0.014}$$

# ESERCIZIO 4



$$\phi = \frac{n_1 - n_0}{R_1} = \frac{1.762 - 1}{600} \text{ mm}^{-1} \Rightarrow \phi = \frac{0.762}{600} \text{ mm}^{-1}$$

$$\frac{n_1}{e'} = \frac{n_0}{e} + \frac{n_1}{R_1} \Rightarrow \frac{n_1}{e'} = \frac{1}{e} + \phi$$

$$\frac{1.762}{e'} = \left( -\frac{1}{2000} + \frac{0.762}{600} \right) \text{ mm}^{-1} \Rightarrow \boxed{e' = 2288.312 \text{ mm}}$$

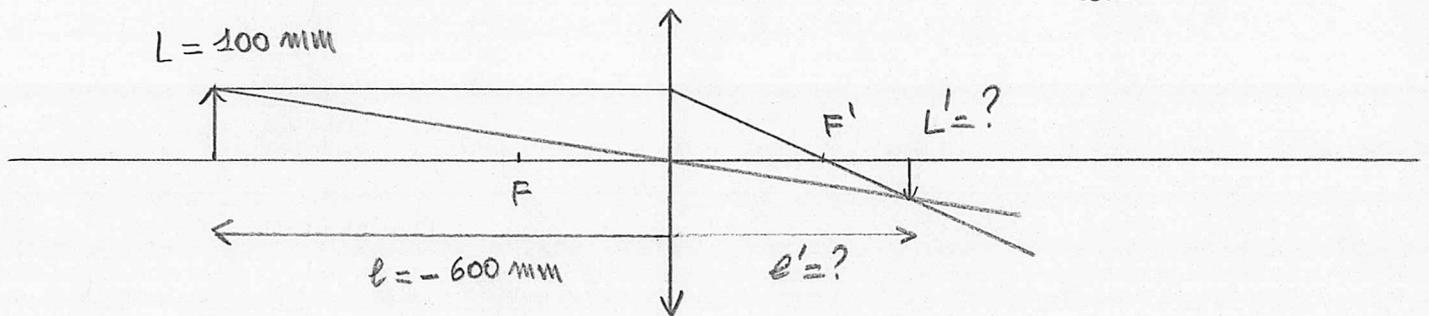
$e' > 0 \Rightarrow$  IMMAGINE REALE

$$m = \frac{n_0 e'}{n_1 e} = \frac{1}{1.762} \cdot \frac{e'}{-2000} \quad m < 0 \Rightarrow \boxed{\text{IMMAGINE ROVESCIA TA}}$$

$$L' = |m| L = \frac{1}{1.762} \cdot \frac{e'}{2000} \cdot 150 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{L' = 97.403 \text{ mm}}$$

# ESERCIZIO 6

$$\phi = 5 \text{ D} = 0.005 \text{ mm}^{-1} = \frac{1}{200} \text{ mm}^{-1}$$



$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{l} + \phi \Rightarrow \frac{1}{l'} = \left( -\frac{1}{600} + \frac{1}{200} \right) \text{ mm}^{-1} = \frac{-1 + 3}{600} \text{ mm}^{-1} = \frac{2}{600} \text{ mm}^{-1}$$

$$\Rightarrow \boxed{l' = 300 \text{ mm}}$$

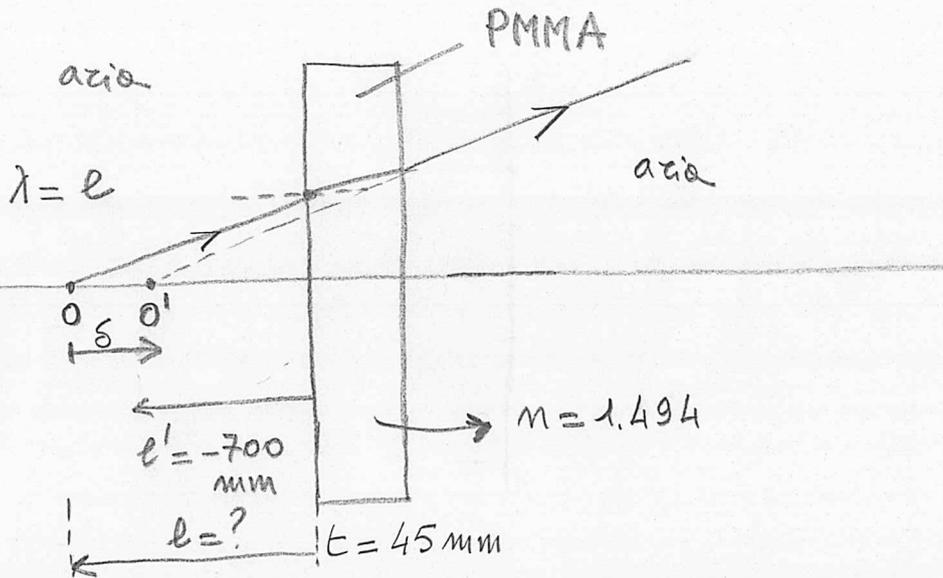
$l' > 0 \Rightarrow \boxed{L' \text{ IMMAGINE E' REALE}}$

$$m = \frac{l'}{l} = \frac{300}{-600} \Rightarrow m = -\frac{1}{2}$$

$m < 0 \Rightarrow \boxed{L' \text{ IMMAGINE E' ROVESCIATA}}$

$$L' = |m| L \Rightarrow L' = \frac{1}{2} \cdot 100 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{L' = 50 \text{ mm}}$$

# ESERCIZIO 7

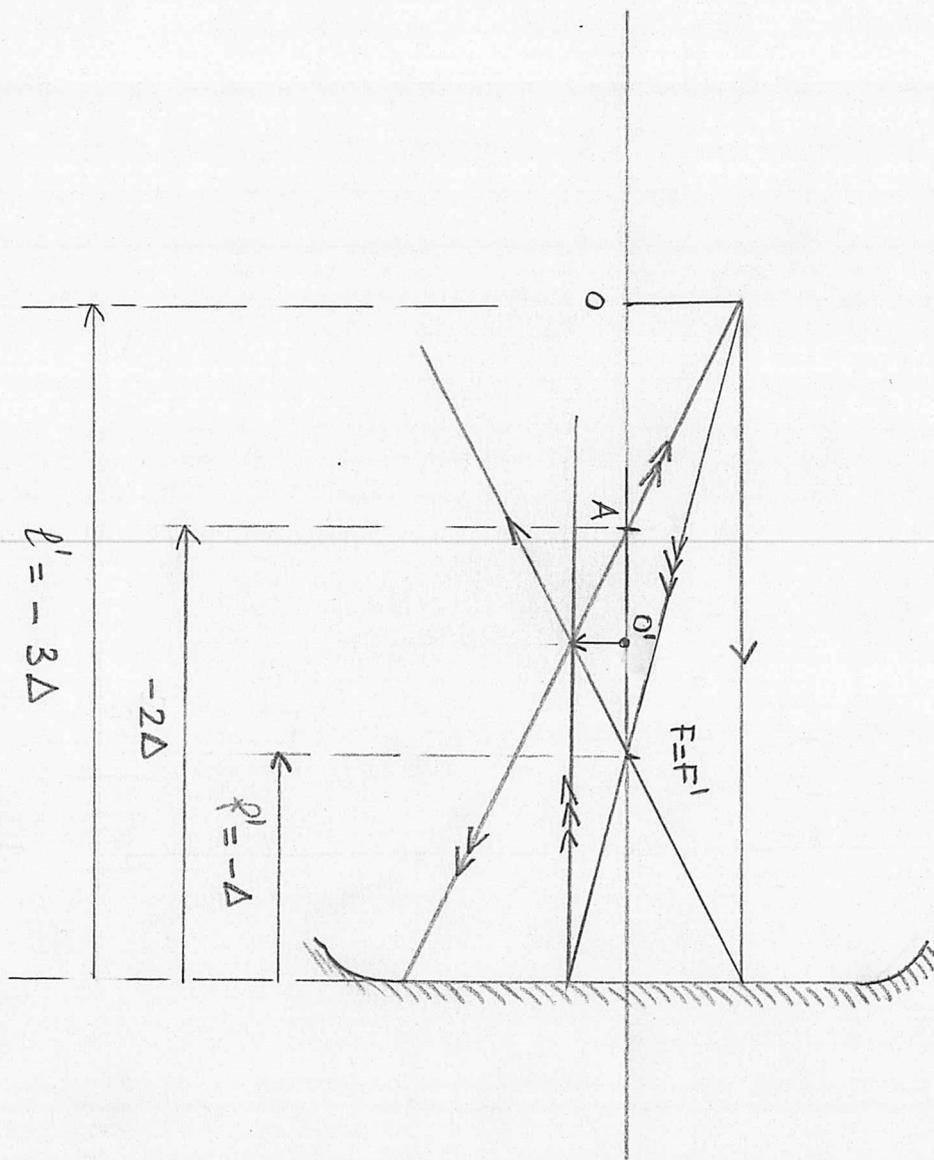


$$s = \frac{n-1}{n} t = \frac{1.494-1}{1.494} \cdot 45 \text{ mm} = \frac{0.494}{1.494} \cdot 45 \text{ mm}$$

$$l = l' - s = -700 - \frac{0.494}{1.494} \cdot 45 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$\text{distanza effettiva} = l = -714.8795 \text{ mm}$$

ESERCIZIO 8



$$\frac{1}{e1} = -\frac{1}{e} + \frac{1}{e1} = -\frac{1}{-3\Delta} - \frac{1}{\Delta} = \frac{1-3}{3\Delta} = -\frac{2}{3\Delta} \Rightarrow$$

$$e1 = -\frac{3}{2}\Delta$$