

# OTTICA GEOMETRICA

A.A. 2019 – 2020

20 Febbraio 2020

## Esercizio 1

Consideriamo uno specchio sferico in aria il cui raggio di curvatura è  $R_1 = 500$  mm. Una cannuccia, di lunghezza  $L = 150$  mm, è situata in aria perpendicolarmente all'asse ottico dello specchio ad una distanza  $l = -200$  mm da quest'ultimo. Supponendo di essere in condizioni parassiali determinare la distanza  $l'$  dallo specchio e la dimensione  $L'$  dell'immagine della cannuccia formata dallo specchio. Dire infine se l'immagine è reale (virtuale), e rovesciata (eretta).

$$[l' = \underline{111,1 \text{ mm}}, L' = \underline{83,3 \text{ mm}}, \underline{\text{VIRTUALE}}, \underline{\text{ERETTA}}]$$

[ punti 3 ]

## Esercizio 2

Data una lente sottile in aria di focale  $f' = -650$  mm, individuare la coppia di piani coniugati per i quali l'ingrandimento vale  $m = 2.5$ .

$$[l = \underline{390 \text{ mm}}, l' = \underline{975 \text{ mm}}]$$

[ punti 2 ]

## Esercizio 3

Un raggio, propagandosi in aria, incide su un diotro aria – NBK7. Individuare la direzione del raggio incidente e del raggio riflesso nel caso in cui al raggio incidente è associata la lunghezza d'onda  $d$  e l'angolo di rifrazione è  $i' = +13^\circ$ .

$$[i = \underline{19,953}, i'' = \underline{-19,953}]$$

[ punti 2 ]

## Esercizio 4

Un fascio sottile di raggi paralleli, con  $\lambda = d$ , incide normalmente su una lamina a facce piane e parallele di NBK7 posta in aria. Se il fascio incidente trasporta la potenza di 10 mW calcolare la potenza del fascio che emerge dalla lamina. Trascurare l'assorbimento del vetro e le riflessioni multiple all'interno della lamina.

$$[P_{emergente} = \underline{9,174 \text{ mW}}]$$

[ punti 2 ]

### Esercizio 5

Consideriamo una lente sottile positiva in aria di diametro 6 mm. La lente è di NSF4 e la sua focale per  $\lambda = r$  è  $f'_r = 700$  mm. Se uno schermo è posto alla distanza + 700 mm determinare il diametro delle macchie luminose che si formano sullo schermo quando la lente è illuminata da una sorgente puntiforme posta sull'asse all'infinito rispettivamente con  $\lambda = g$  e  $\lambda = r$ . Si trascurino gli effetti della diffrazione.

$$[D_g = \underline{0,396 \text{ mm}}, D_r = \underline{0 \text{ mm}}] \quad \text{[ punti 5 ]}$$

### Esercizio 6

Consideriamo un diottrio sferico acqua - NBK7 in rifrazione il cui raggio di curvatura è  $R_1 = -625$  mm. Supponendo di essere in condizioni parassiali e che la luce incide sul diottrio propagandosi in acqua, determinare per  $\lambda = C$  le due lunghezze focali effettive e il potere del diottrio.

$$[f' = \underline{-5170,765 \text{ mm}}, f = \underline{4545,765 \text{ mm}}, \Phi = \underline{-0,2928 \text{ D}}] \quad \text{[punti 2]}$$

### Esercizio 7

Consideriamo una lente sottile negativa in aria di focale  $f' = -\Delta$  ( $\Delta > 0$ ). Determinare graficamente la posizione e la dimensione dell'immagine fatta dalla lente di un oggetto lineare, di dimensione  $L = \Delta/3$ , posto alla distanza  $l = 2\Delta/3$  dalla lente stessa.

[ punti 8 ]

### Esercizio 8

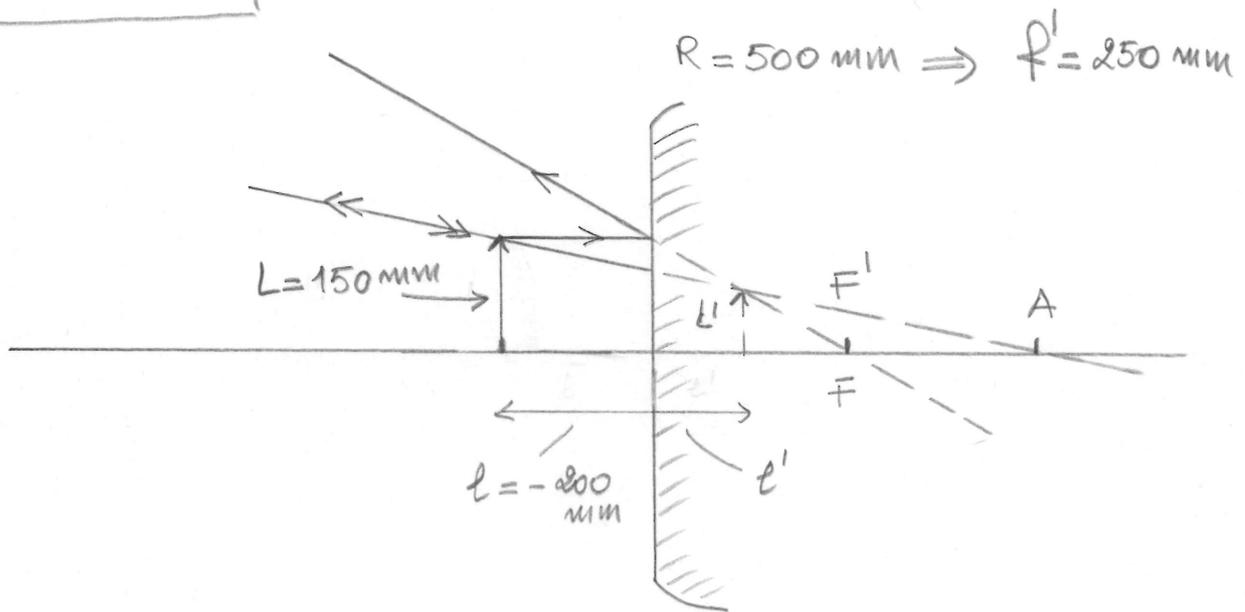
Consideriamo due lenti sottili in aria di potere  $\Phi_1 = 6 \text{ D}$  e  $\Phi_2 = 4 \text{ D}$  rispettivamente. Supponendo di essere in condizioni parassiali determinare la distanza  $t$  a cui mettere le due lenti sopra descritte in modo che il sistema ottico centrato così costituito abbia potere  $\Phi = 8 \text{ D}$ . 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  $\Delta_1 = -700$  mm dalla prima lente determinare la distanza  $\Delta_2$  dalla seconda lente, dell'immagine del pettine fatta dalla due lenti.

$$[t = \underline{83,3 \text{ mm}}, f' = \underline{125,00 \text{ mm}}, ffl = \underline{-83,3 \text{ mm}}, bfl = \underline{62,5 \text{ mm}}]$$
$$[d = \underline{41,6 \text{ mm}}, d' = \underline{-62,5 \text{ mm}}, \Delta_2 = \underline{87,838 \text{ mm}}]$$

[ punti 6 ]

# ESERCIZIO 1

1



$$\frac{1}{l'} = -\frac{1}{l} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{200} + \frac{1}{250} = \frac{5+4}{1000} \text{ mm}^{-1} \Rightarrow$$

$$l' = \frac{1000}{9} \text{ mm} \Rightarrow \boxed{l' = 111,1 \text{ mm}}$$

$$m = -\frac{l'}{l} = \frac{1000^5}{9} \frac{1}{200} = \frac{5}{9} \quad L' = |m|L \Rightarrow L' = \frac{5}{9} \cdot 150 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \boxed{L' = 83,3 \text{ mm}} ; \quad \begin{array}{l} l' > 0 \Rightarrow \boxed{\text{IMMAGINE VIRTUALE}} \\ m > 0 \Rightarrow \boxed{\text{IMMAGINE ERETTA}} \end{array}$$

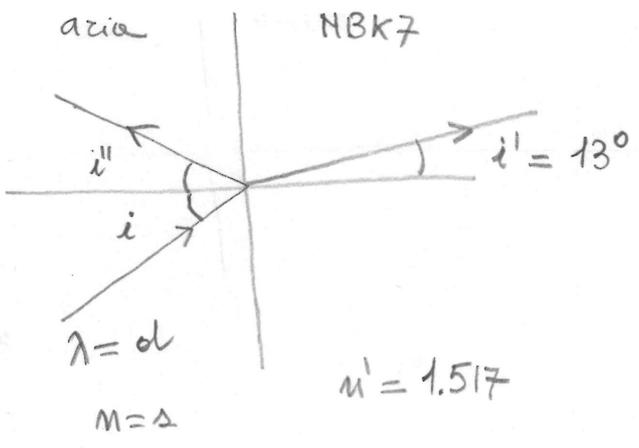
# ESERCIZIO 2

$$f' = -650 \text{ mm} ; m = 2.5 \Rightarrow l = ? , l' = ?$$

$$l = \frac{1-m}{m} f' = \frac{1-2.5}{2.5} \cdot (-650) \text{ mm} = \frac{1.5}{2.5} \cdot 650 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{l = 390 \text{ mm}}$$

$$l' = (1-m) f' = -1.5 \cdot (-650) \text{ mm} \Rightarrow \boxed{l' = 975 \text{ mm}}$$

**ESERCIZIO 3**



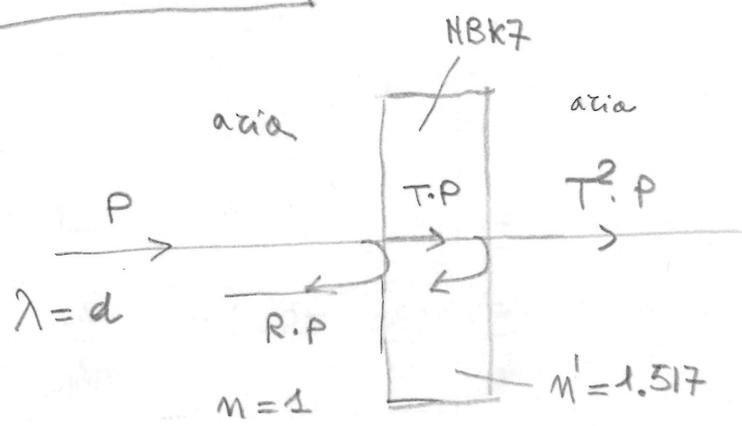
$$\sin i = n' \sin i'$$

$$i = \arcsin \left[ 1.517 \sin(13^\circ) \right]$$

$i = 19,953$

$i'' = -19,953$

**ESERCIZIO 4**



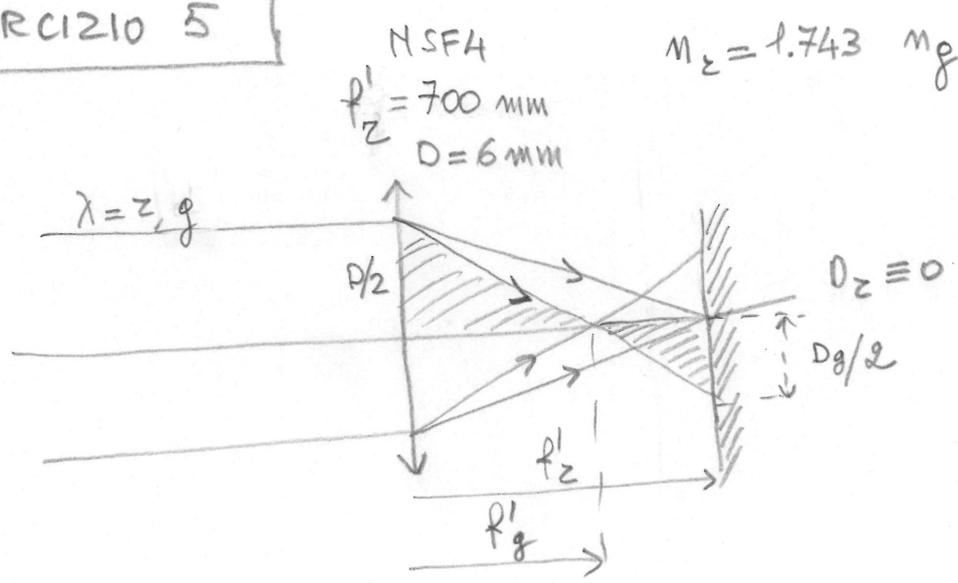
$$P = 10 \text{ mW}$$

$$R = \left( \frac{n' - n}{n' + n} \right)^2 = \left( \frac{0.517}{2.517} \right)^2$$

$$T = 1 - R$$

$P_{\text{emergente}} = T \cdot P \Rightarrow P_{\text{emergente}} = 9,174 \text{ mW}$

**ESERCIZIO 5**



NSFA  
 $f'_z = 700 \text{ mm}$   
 $D = 6 \text{ mm}$

$n_z = 1.743$   $n_g = 1.792$

$D_z \equiv 0$   
 $D_g/2$

Lo schermo è posto nel piano focale @  $\lambda = z$  quindi  $\Rightarrow$

3

$$D_z \equiv 0 \text{ mm}$$

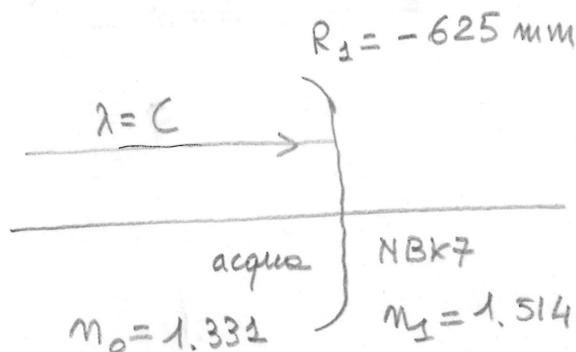
$$\frac{1}{f'_z} = (n_z - 1) G \Rightarrow G = \frac{1}{n_z - 1} \cdot \frac{1}{f'_z}$$

$$\frac{1}{f'_f} = (n_f - 1) G = \frac{n_f - 1}{n_z - 1} \cdot \frac{1}{f'_z} \Rightarrow f'_f = \frac{n_z - 1}{n_f - 1} \cdot f'_z$$

$$\frac{D_f/2}{f'_z - f'_f} = \frac{D/2}{f'_f} \Rightarrow D_f = \frac{f'_z - f'_f}{f'_f} \cdot D = \left( \frac{f'_z}{f'_f} - 1 \right) D \Rightarrow$$

$$D_f = \left[ \frac{n_f - 1}{n_z - 1} - 1 \right] \cdot D = \left[ \frac{0.792}{0.743} - 1 \right] \cdot 6 \text{ mm} \Rightarrow D_f = 0.396 \text{ mm}$$

### ESERCIZIO 6



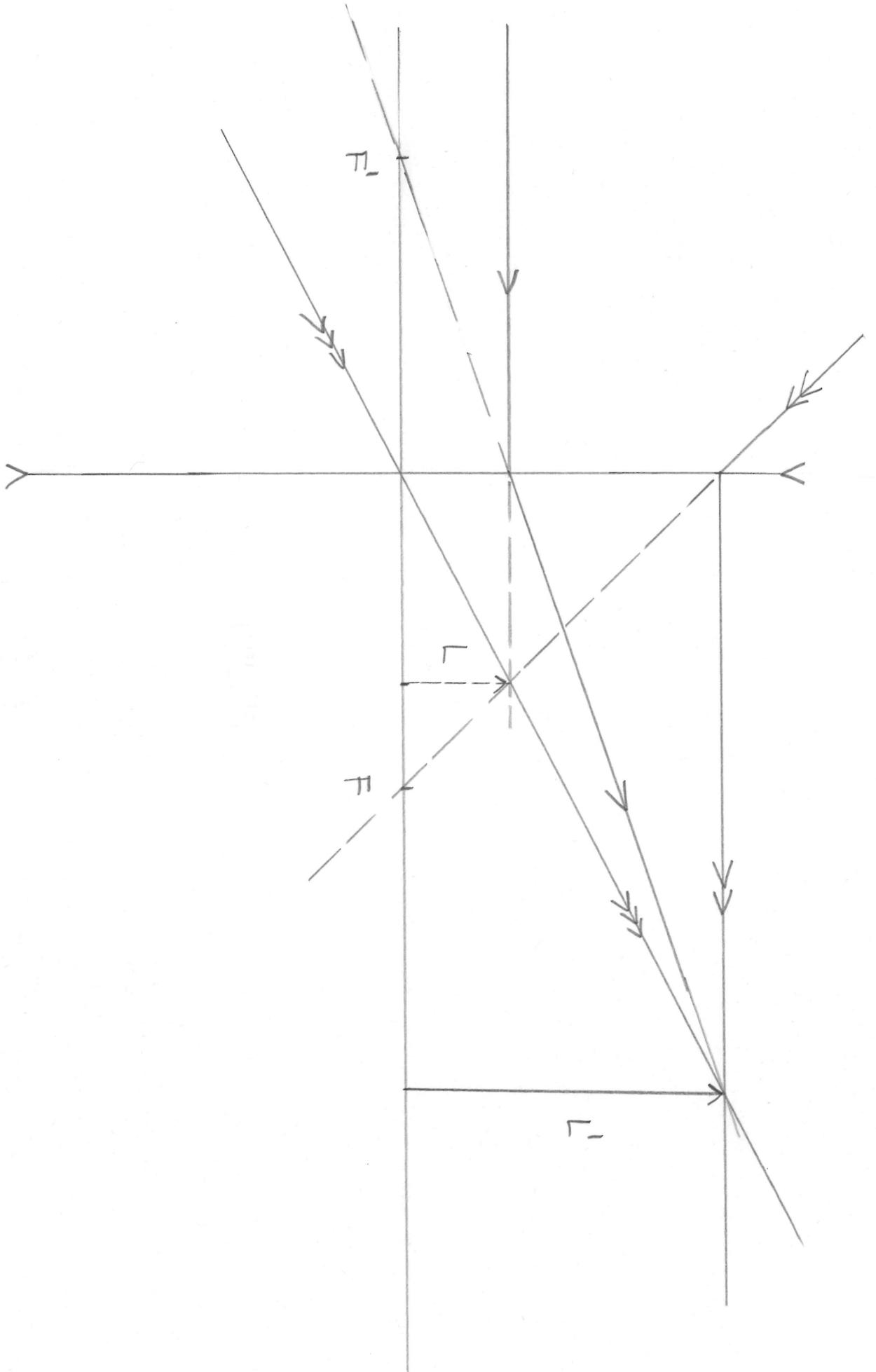
$$f' = \frac{n_1}{n_1 - n_0} \cdot R_1 = \frac{1.514}{0.183} (-625) \text{ mm} \Rightarrow f' = -5170.765 \text{ mm}$$

$$f = -\frac{n_0}{n_1 - n_0} \cdot R_1 = -\frac{1.331}{1.514 - 1.331} (-625) \text{ mm} \Rightarrow f = 4545.765 \text{ mm}$$

$$\phi = \frac{n_1 - n_0}{R_1} = \frac{1.514 - 1.331}{-625} \text{ mm}^{-1} = -2.928 \cdot 10^{-4} \text{ mm}^{-1} \Rightarrow \phi = -0.2928 \text{ D}$$

ESERCIZIO 7

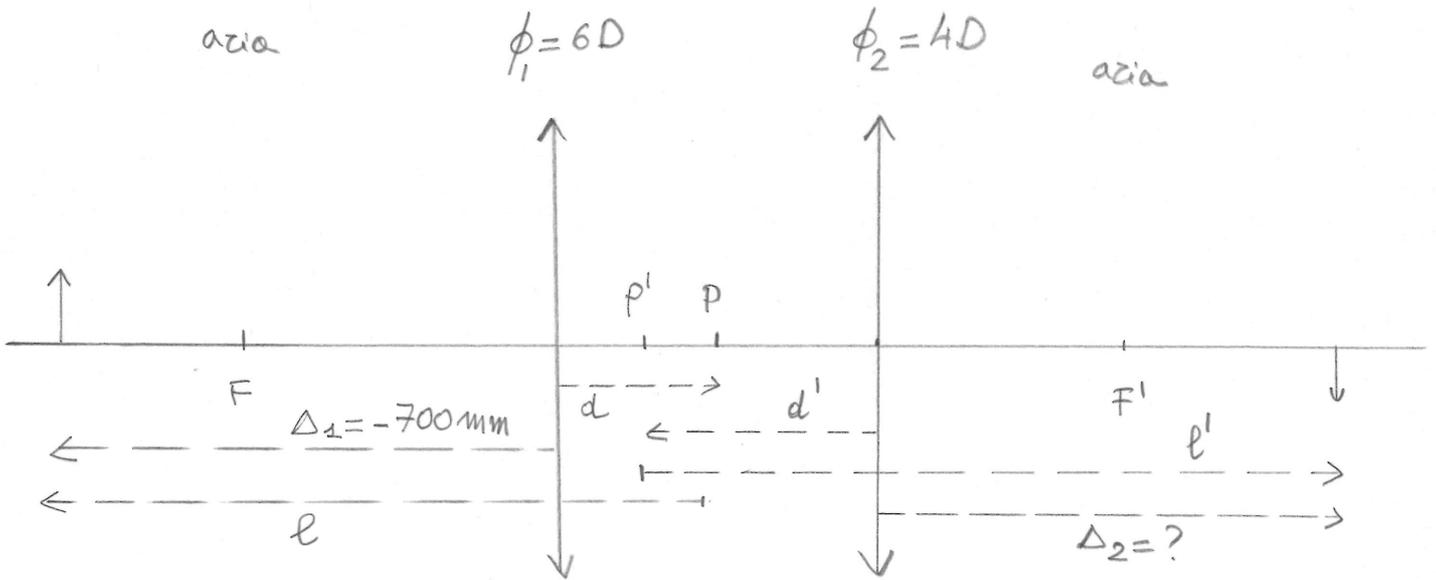
4



# ESERCIZIO 8

5

$$\phi = 80$$



$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - t \cdot \phi_1 \cdot \phi_2 \Rightarrow 80 = 10 - 24t \Rightarrow t = \frac{1}{12} \text{ m} = 83,3 \text{ mm}$$

$$r' = \frac{1}{\phi} = \frac{1}{8} \text{ m} \Rightarrow r' = \frac{1}{8} \text{ m} = 125 \text{ mm}$$

$$r_{PE} = -\frac{1 - \frac{4}{12^3}}{8} \text{ m} = -\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{8} \text{ m} \Rightarrow r_{PE} = -\frac{1}{12} \text{ m} = -83,3 \text{ mm}$$

$$r_{PE} = \frac{1 - \frac{6}{12^2}}{8} \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \text{ m} \Rightarrow r_{PE} = \frac{1}{16} \text{ m} = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = \frac{4}{8} \cdot \frac{1}{12} \text{ m} = \frac{1}{24} \text{ m} \Rightarrow d = \frac{1}{24} \text{ m} = 41,6 \text{ mm}$$

$$d' = -\frac{6}{8} \cdot \frac{1}{12^2} \text{ m} = -\frac{1}{16} \text{ m} \Rightarrow d' = -\frac{1}{16} \text{ m} = -62,5 \text{ mm}$$

$$l = \Delta_1 - d = \left(-\frac{7}{10} - \frac{1}{24}\right) \text{ m} = -\frac{84+5}{120} \text{ m} = -\frac{89}{120} \text{ m}$$

$$\frac{1}{e'} = \frac{1}{e} + \phi = \left(-\frac{120}{89} + 8\right) \text{ m}^{-1} = \frac{592}{89} \text{ m}^{-1} \Rightarrow e' = \frac{89}{592} \text{ m} = 150,338 \text{ mm}$$

$$\Delta_2 = e' + d' = \left(\frac{89}{592} - \frac{1}{16}\right) \text{ m} = \frac{89-37}{592} \text{ m} \Rightarrow \Delta_2 = \frac{52}{592} \text{ m} = 87,838 \text{ mm}$$