

# OTTICA GEOMETRICA – I

A.A. 2011 – 2012

Compitino

29 Novembre 2011

## Esercizio 1

Su un diottro aria – NBK7 incide un raggio, propagandosi in aria, con un angolo di incidenza  $i = 35^\circ$ . Se il raggio è rifratto nel NBK7 ad un angolo  $i' = 22.017^\circ$  determinare la lunghezza d'onda associata al raggio incidente. Supporre l'indice di rifrazione dell'aria uguale all'unità.

$$[\lambda = \underline{h} \quad ] \quad \text{[ punti 2 ]}$$

## Esercizio 2

Consideriamo un diottro sferico aria – NSF4 in rifrazione il cui raggio di curvatura è  $R_1 = 400$  mm. Supponendo di essere in condizioni parassiali e che la luce incide sul diottro propagandosi in aria, determinare per  $\lambda = r$  le due lunghezze focali effettive e il potere del diottro.

$$[f' = \underline{938.358 \text{ mm}} \quad f = \underline{-538.358 \text{ mm}} \quad \Phi = \underline{1.8575 \text{ D}}] \quad \text{[ punti 2 ]}$$

## Esercizio 3

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  $L = \Delta/2$ , posto alla distanza  $l = -5\Delta/2$  dalla lente stessa.

[ punti 8 ]

## Esercizio 4

Consideriamo una lente sottile positiva 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'f/numero  $f/\#$  del cono di raggi entranti nella lente e l'f/numero  $f/\#'$  del cono di raggi emergenti dalla lente.

$$[f/\# = \underline{125} \quad f/\#' = \underline{83.3} \quad ] \quad \text{[ punti 2 ]}$$

### Esercizio 5

Per la lente spessa in aria descritta nella seguente tabella:

$R_1$	$R_2$	$t$	materiale	$\lambda$
300 mm	-300 mm	10 mm	NBK7	$d$

determinare nell'ambito dell'approssimazione parassiale: il tipo, il potere, la focale, la posizione dei fuochi, la posizione dei piani principali. Una matita lunga  $L = 80$  mm è posta, perpendicolarmente all'asse ottico della lente spessa, alla distanza  $\Delta_1 = -800$  mm dal primo diottro. Determinare la distanza dal secondo diottro  $\Delta_2$  e la dimensione  $L'$  dell'immagine della matita formata dalla lente spessa. Dire infine se l'immagine è reale (virtuale), e rovesciata (eretta).

$$\left[ \begin{array}{l} \text{EQUICONVESSA}, \Phi = 3.427 \text{ D}, f' = 291.793 \text{ mm}, bfl = 288.478 \text{ mm} \\ ffl = -288.478 \text{ mm}, d = 3.315 \text{ mm}, d' = -3.315 \text{ mm} \\ \Delta_2 = 454.928 \text{ mm}, L' = 45.635 \text{ mm}, \text{REALE}, \text{INVERTITA} \end{array} \right]$$

[ punti 8 ]

### Esercizio 6

Consideriamo una lente sottile positiva in aria di diametro 6 mm. La lente è di NSF4 e la sua focale per  $\lambda = C$  è  $f'_C = 700$  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  $\lambda = h, \lambda = C$ . Si trascurino gli effetti della diffrazione.

$$[ D_h = 0.482 \text{ mm}, D_C = 0 \text{ mm} ]$$

[ punti 4 ]

### Esercizio 7

Consideriamo un prisma sottile di NSF4 posto in aria. Un raggio a cui è associata la lunghezza d'onda  $F$  incide su di esso. Determinare l'angolo di cui il raggio emergente dal prisma è deviato rispetto al raggio incidente nel caso in cui l'angolo al vertice del prisma è uguale a  $2^\circ$ .

$$[ \delta = 1.55^\circ ]$$

[ punti 2 ]

### Esercizio 8

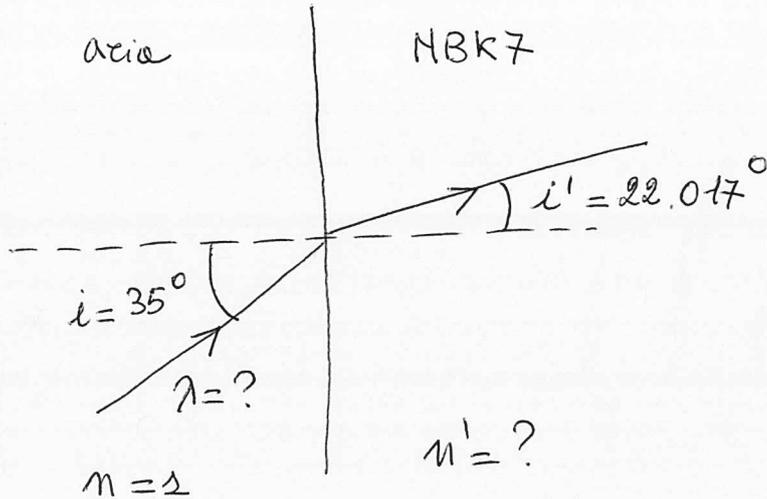
Un diottro piano separa un mezzo trasparente omogeneo ed isotropo dall'aria. Se il piano oggetto, posto in aria alla distanza di  $l = -100$  mm dal diottro, è coniugato con il piano posto a distanza  $l' = -179.2$  mm, individuare il mezzo trasparente omogeneo ed isotropo nel caso in cui la lunghezza d'onda di interesse sia  $\lambda = g$ .

$$[\text{mezzo trasparente omogeneo ed isotropo} = \text{NSF4}]$$

[ punti 2 ]

# ESERCIZIO 1

1

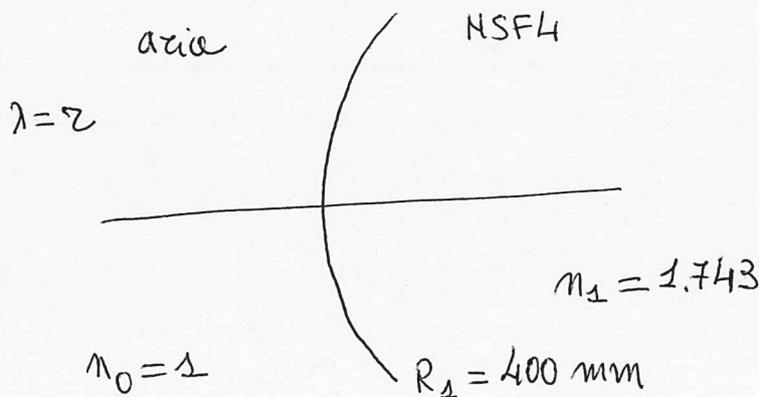


Dalla legge di Snell abbiamo  $n \sin i = n' \sin i' \Rightarrow$

$$\sin(35^\circ) = n' \sin(22.017^\circ) \Rightarrow n' = \frac{\sin(35^\circ)}{\sin(22.017^\circ)}$$

$$\Rightarrow n' = 1.530 \quad \text{Allora dalla relazione risulta che: } \boxed{\lambda = h}$$

# ESERCIZIO 2



$$f = - \frac{n_0 R_1}{(n_1 - n_0)} = - \frac{400}{0.743} \text{ mm}$$

$$f' = \frac{n_1 R_1}{(n_1 - n_0)} = \frac{1.743 \cdot 400}{0.743} \text{ mm}$$

$$\phi = \frac{(n_1 - n_0)}{R_1} = \frac{0.743}{400} \frac{1}{\text{mm}}$$

Allora

$$\boxed{f = - 538.358 \text{ mm}}$$

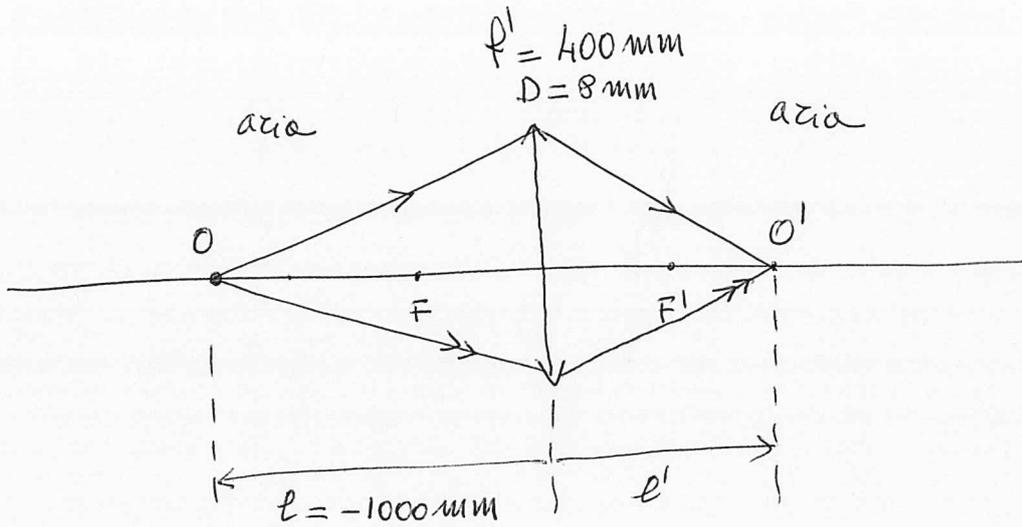
$$\boxed{f' = 938.358 \text{ mm}}$$

$$\boxed{\phi = 1.8575 \text{ D}}$$



ESERCIZIO 4

(3)



$$f/\# = \frac{|l|}{D} = \frac{1000 \text{ mm}}{8 \text{ mm}} = 125 \Rightarrow \boxed{f/\# = 125}$$

Calcolo  $l'$ .

$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{l} + \frac{1}{f} = \frac{-1}{1000} + \frac{1}{400} = \frac{-4 + 10}{4000} \Rightarrow l' = \frac{4000}{6} \text{ mm} = \frac{2000}{3} \text{ mm}$$

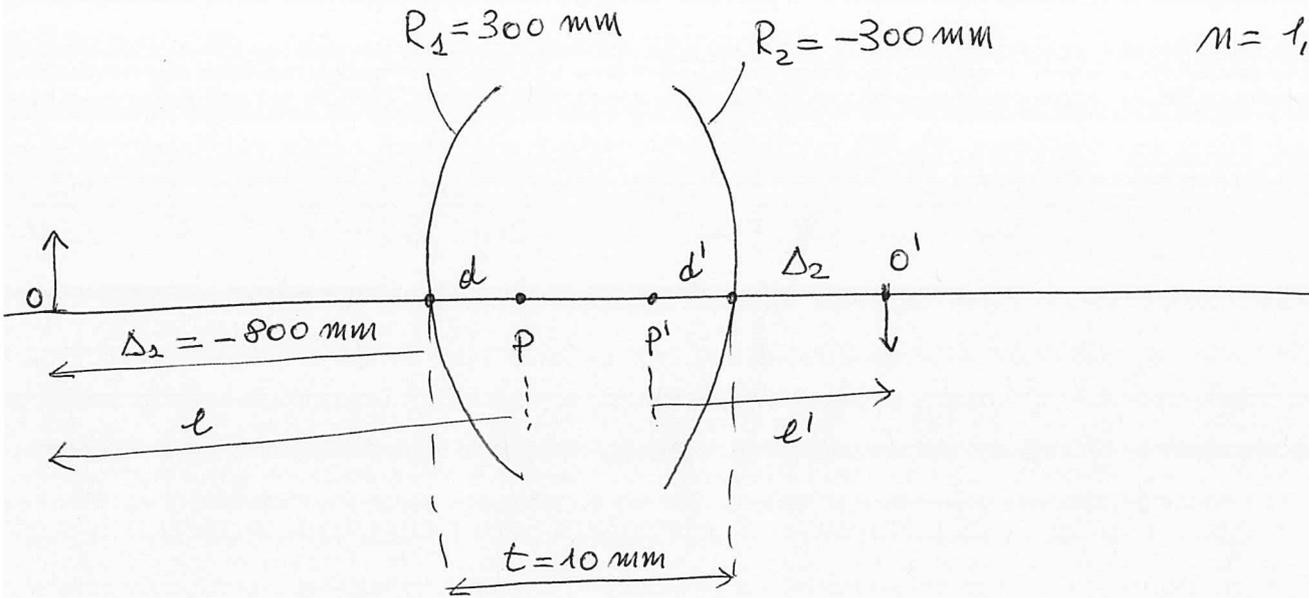
$$f/\# ' = \frac{l'}{D} = \frac{2000}{3 \cdot 8} = \frac{250}{3} \Rightarrow \boxed{f/\# ' = 83.\bar{3}}$$

# ESERCIZIO 5

HBk7,  $n = d$

$n = 1,517$

(4)



La lente è **EQUICONVESSA**

$$\phi_1 = \frac{n-1}{R_1} = \frac{0,517}{300} \frac{1}{\text{mm}}$$

$$\phi_2 = \phi_1$$

$$\phi = \left[ 2\phi_1 - \phi_1^2 \cdot \frac{10}{1,517} \right] \frac{1}{\text{mm}} \Rightarrow \phi = 3,427 \text{ D}$$

$$f' = \frac{1}{\phi} = 291,793 \text{ mm}$$

$$bfl = \frac{1 - \phi_1 \frac{t}{n}}{\phi} = \frac{1 - \phi_1 \frac{10}{1,517}}{\phi} \Rightarrow bfl = 288,478 \text{ mm}$$

$$ffl = -bfl \Rightarrow ffl = -288,478 \text{ mm}$$

$$d' = -\frac{\phi_1}{\phi} \cdot \frac{t}{n} = -\frac{\phi_1}{\phi} \frac{10}{1,517} \Rightarrow d' = -3,315 \text{ mm}$$

$$d = -d' \Rightarrow d = 3,315 \text{ mm}$$

~~$l = -800 - d = -803,315$~~

$$l = (-800 - d) \text{ mm}$$

$$\frac{1}{e'} = \frac{1}{e} + \phi \Rightarrow e' = 458.243 \text{ mm}$$

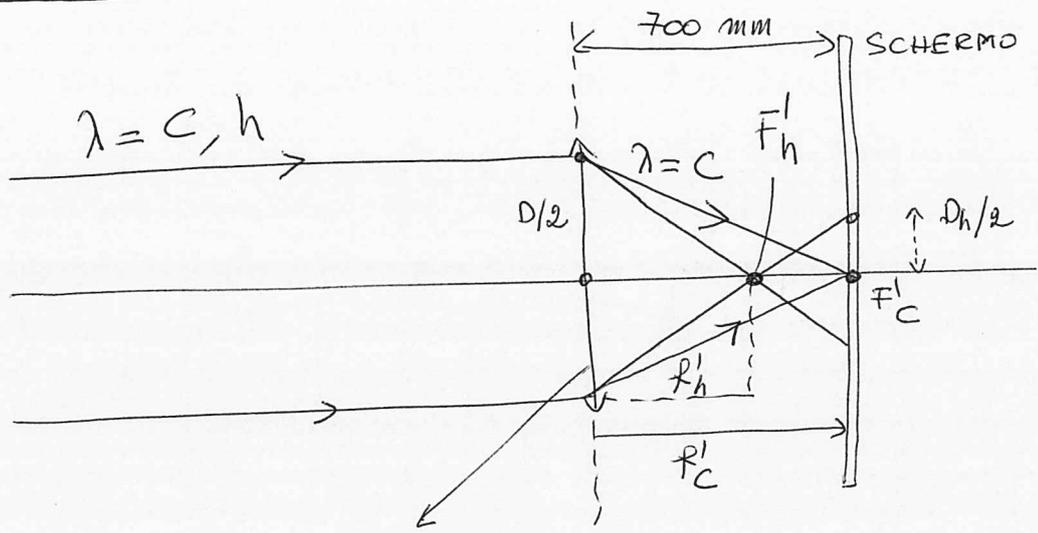
$$\Delta_2 = e' + d' \Rightarrow \boxed{\Delta_2 = 454.928 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{e'}{e} \Rightarrow m = -0.570$$

L'immagine è allora **REALE** e **INVERTITA**

$$L' = |m| \cdot L \Rightarrow L' = |m| \cdot 80 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{L' = 45.635 \text{ mm}}$$

**ESERCIZIO 6**



$D = 6 \text{ mm}$   
 NSF4,  $f'_c = 700 \text{ mm}$   
 $n_c = 1.747$   
 $n_h = 1.807$

lo distanza dello schermo dalle lenti coincide con lo  $f'_c \Rightarrow$

$D_c \equiv 0$ . Calcolo  $D_h$ . Dalla figura si vede che:

$$\frac{\frac{D_h}{2}}{f'_c - f'_h} = \frac{\frac{D}{2}}{f'_h} \Rightarrow D_h = \frac{f'_c - f'_h}{f'_h} \cdot D$$

Calcolo  $f'_h$

$$\frac{1}{f'_c} = (n_c - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow \frac{f'_h}{f'_c} = \frac{n_c - 1}{n_h - 1} \Rightarrow f'_h = \frac{n_c - 1}{n_h - 1} \cdot f'_c$$

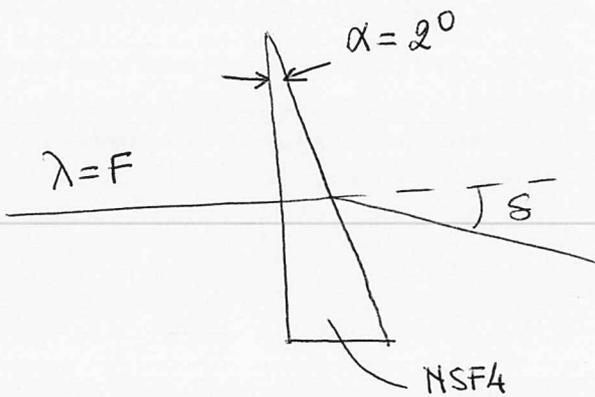
$$\frac{1}{f'_h} = (n_h - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\text{Allora: } D_h = \frac{\cancel{f'_c} - \frac{n_c - 1}{n_h - 1} \cancel{f'_c}}{\frac{n_c - 1}{n_h - 1} \cancel{f'_c}} \cdot D = \frac{n_h - 1 - n_c + 1}{n_c - 1} \cdot D$$

e quindi  $D_h = \frac{m_h - m_c}{m_c - 1} \cdot D = \frac{1.807 - 1.747}{0.747} \cdot 6 \text{ mm}$  (7)

$\Rightarrow D_h = 0.482 \text{ mm}$

**ESERCIZIO 7**

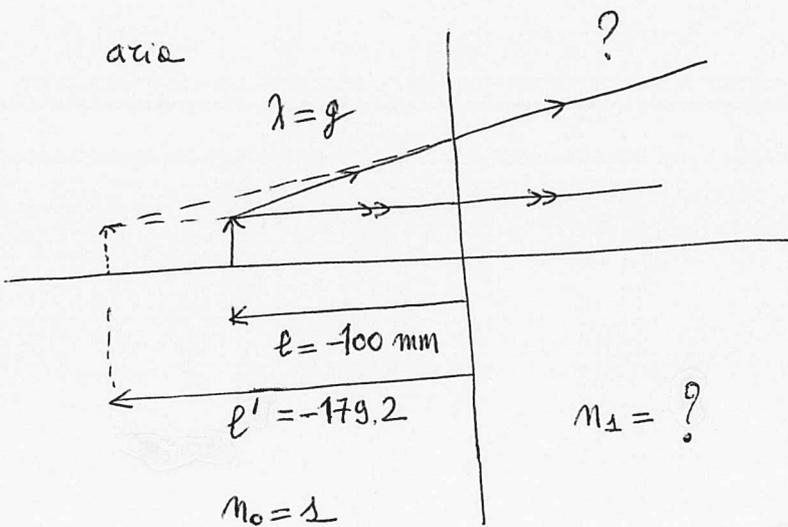


$S = (n-1)\alpha$

$n = 1.775$

$S = 0.775 \cdot 2^\circ \Rightarrow S = 1.55^\circ$

**ESERCIZIO 8**



$l' = \frac{n_1}{n_0} l \Rightarrow$

$n_1 = n_0 \frac{l'}{l} \Rightarrow$

$n_1 = \frac{-179.2}{-100} = 1.792$

dalla tavola  $\Rightarrow$  **NSF4**