

# OTTICA GEOMETRICA

A.A. 2018 – 2019

9 luglio 2019

## Esercizio 1

Un raggio, di lunghezza d'onda  $C$ , propagandosi in un mezzo trasparente omogeneo ed isotropo, incide su un diottro e viene rifratto in aria solo se l'angolo di incidenza risulta, in valore assoluto, minore od uguale a  $42.190^\circ$ . Quale è il mezzo in cui si propaga il raggio incidente?

[ PMMA ]

[ punti 2 ]

## Esercizio 2

Consideriamo un paraboloide di diametro 60 mm. Determinare la freccia  $z$  che compete al bordo di questa superficie nel caso in cui la sfera osculatrice nel vertice abbia un raggio di curvatura  $R = 400$  mm.

[  $z_{\text{parab}} =$  1,125 mm ]

[ punti 3 ]

## Esercizio 3

Attraverso una finestra protettiva di PMMA, dello spessore di 30 mm, un tecnico sta osservando, alla lunghezza d'onda  $d$ , un oggetto posto in aria. Se al tecnico l'oggetto pare distare  $-1500$  mm dal diottro della finestra che è affacciato verso l'oggetto, quale è la distanza effettiva di quest'ultimo nell'ambito della approssimazione parassiale?

[  $\text{distanza effettiva} =$  -1509,893 mm ]

[ punti 3 ]

## Esercizio 4

Consideriamo una lente sottile positiva in aria di focale  $f' = +500$  mm. Una sorgente puntiforme è posta sull'asse della lente ad una distanza  $l = -1500$  mm da quest'ultima. Se il diametro della lente è  $D = 6$  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.

[  $f/\# =$  250 ,  $f/\#' =$  125 ]

[ 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  $\lambda = d$  è  $f'_d = 400$  mm. Se uno schermo è posto alla distanza +400 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  $\lambda = F$ ,  $\lambda = d$ . Si trascurino gli effetti della diffrazione..

$$[D_d = \underline{0 \text{ mm}}, D_F = \underline{0.1589 \text{ mm}}]$$

[ punti 4 ]

### Esercizio 6

Per la lente spessa in aria descritta nella seguente tabella:

$R_1$	$R_2$	$t$	materiale	$\lambda$
100 mm	-400 mm	20 mm	NBK7	e

determinare nell'ambito dell'approssimazione parassiale: il tipo, il potere, la focale, la posizione dei fuochi, la posizione dei piani principali. Una penna lunga  $L = 100$  mm è posta, perpendicolarmente all'asse ottico della lente spessa, alla distanza  $\Delta_1 = -700$  mm dal primo diottro. Determinare la distanza dal secondo diottro  $\Delta_2$  e la dimensione  $L'$  dell'immagine della penna formata dalla lente spessa. Dire infine se l'immagine è reale (virtuale), e rovesciata (eretta).

$$[ \text{BICOHVESSA}, \Phi = \underline{6.399 \text{ D}}, f' = \underline{156.278 \text{ mm}}, bfl = \underline{145.599 \text{ mm}}, \\ ffl = \underline{-153.609 \text{ mm}}, d = \underline{2.670 \text{ mm}}, d' = \underline{-10.679 \text{ mm}}, \\ \Delta_2 = \underline{190.298 \text{ mm}}, L' = \underline{28.602 \text{ mm}}, \text{REALE}, \text{ROVESCIAATA} ]$$

[ punti 6 ]

### Esercizio 7

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  $L = \Delta/4$ , posto alla distanza  $l = -3\Delta/2$  dallo specchio stesso.

[ punti 8 ]

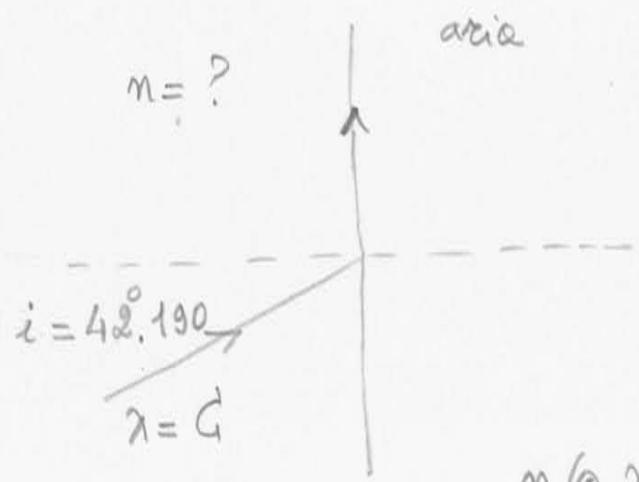
### Esercizio 8

Data una lente sottile in aria di focale  $f' = +500$  mm posta in aria, individuare la coppia di piani coniugati per i quali l'ingrandimento vale  $m = -3$ .

$$[l = \underline{-666.6 \text{ mm}}, l' = \underline{2000 \text{ mm}}]$$

[ punti 2 ]

**ESERCIZIO 1**



$$\theta_c = 42.190$$

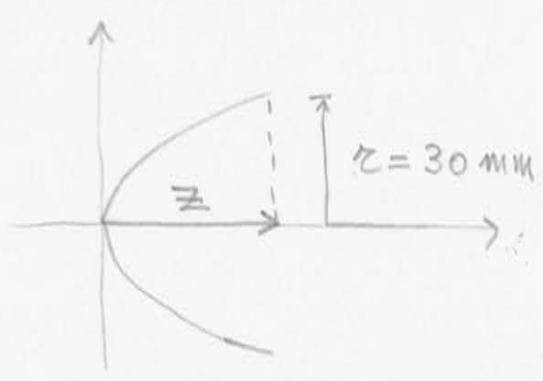
$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right)$$

$$\sin \theta_c = \frac{1}{n}$$

$$n = \frac{1}{\sin \theta_c} = \frac{1}{\sin(42.190)}$$

$$n(@ \lambda = c) = 1.489 \Rightarrow \boxed{\text{PMMA}}$$

**ESERCIZIO 2**

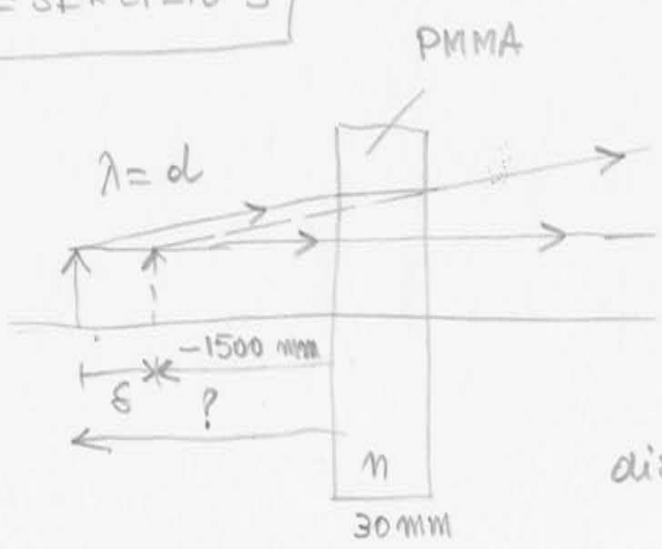


$$R = 400 \text{ mm}$$

$$z = \frac{1}{2} \frac{z^2}{R} = \frac{1}{2} \frac{900}{400} \text{ mm}$$

$$z = \frac{9}{8} \text{ mm} \Rightarrow \boxed{z = 1.125 \text{ mm}}$$

**ESERCIZIO 3**



$$n(@ \lambda = d) = 1.492$$

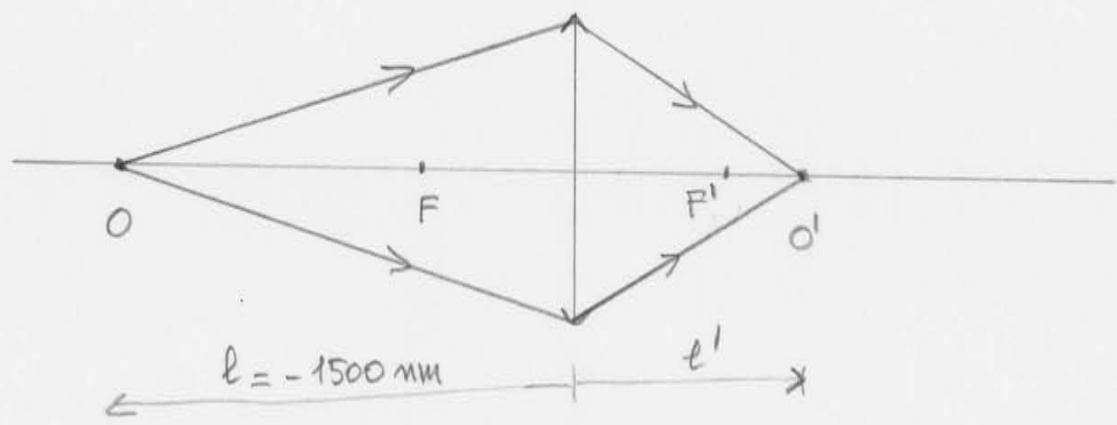
$$\delta = \frac{n-1}{n} \cdot t = \frac{0.492}{1.492} \cdot 30 \text{ mm}$$

$$\text{dist. eff.} = -1500 - \frac{0.492}{1.492} \cdot 30 \text{ mm}$$

$$\text{distanza effettiva} = -1509.893 \text{ mm}$$

**ESERCIZIO 4**

$D = 6 \text{ mm}$   
 $f' = 500 \text{ mm}$



$$\frac{1}{l'} = \frac{1}{l} + \frac{1}{f'} = -\frac{1}{1500} + \frac{1}{500} = \frac{-1 + 3}{1500} \Rightarrow l' = 750 \text{ mm}$$

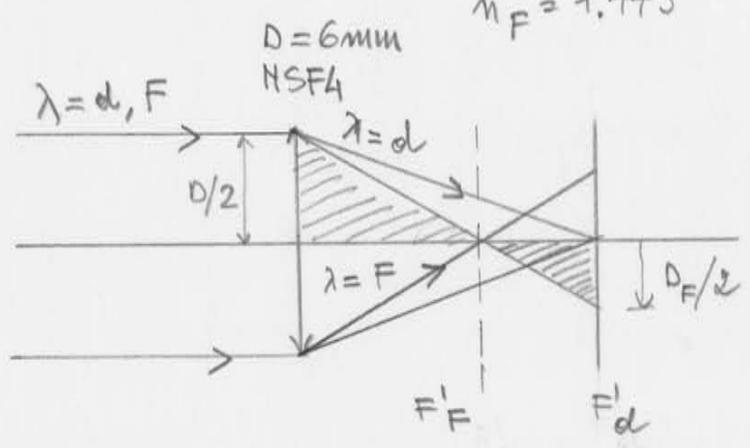
$$f/\# = \frac{|l|}{D} = \frac{1500}{6} \Rightarrow \boxed{f/\# = 250}$$

$$f/\# = \frac{|l'|}{D} = \frac{750}{6} \Rightarrow \boxed{f/\# = 125}$$

**ESERCIZIO 5**

$n_d = 1.755$   
 $n_F = 1.775$

$f'_d = 400 \text{ mm}$



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

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

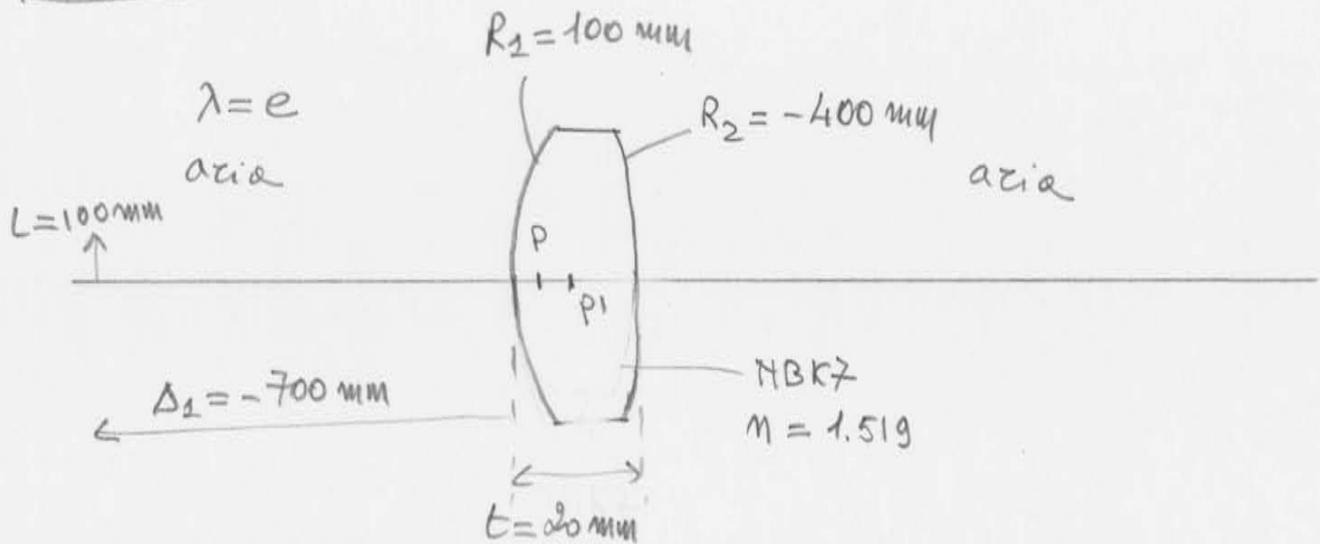
$$\frac{f'_F}{f'_d} = \frac{n_d - 1}{n_F - 1}$$

$$\frac{D/2}{f'_F} = \frac{D_F/2}{f'_d - f'_F} ; \quad D_F = \frac{f'_d - f'_F}{f'_F} \cdot D = \left( \frac{f'_d}{f'_F} - 1 \right) \cdot D = \left( \frac{n_F - 1}{n_d - 1} - 1 \right) \cdot D$$

$$D_F = \frac{n_F - 1 - n_d + 1}{n_d - 1} \cdot D = \frac{0.02}{0.755} \cdot 6 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{D_d = 0} \quad \boxed{D_F = 0.1589 \text{ mm}}$$

# ESERCIZIO 6

3



$R_1 > 0$  e  $R_2 < 0 \Rightarrow$  **BICONVESSA**

$$\phi_1 = \frac{0.519}{100} \text{ mm}^{-1} \rightarrow \text{A}$$

$$\phi_2 = \frac{0.519}{400} \text{ mm}^{-1} \rightarrow \text{B}$$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - \phi_1 \cdot \phi_2 \cdot \frac{t}{n} \rightarrow \text{C}$$

$$\phi = 6.399 \text{ D}$$

$$f' = \frac{1}{\phi}$$

$$f' = 156.278 \text{ mm}$$

$$bfl = \frac{1 - \phi_2 \frac{t}{n}}{\phi}$$

$$bfl = 145.599 \text{ mm}$$

$$ffl = - \frac{1 - \phi_1 \frac{t}{n}}{\phi}$$

$$ffl = -153.609 \text{ mm}$$

$$d = \frac{\phi_2}{\phi} \cdot \frac{t}{n} \rightarrow \text{D}$$

$$d = 2.670 \text{ mm}$$

$$d' = - \frac{\phi_1}{\phi} \cdot \frac{t}{n} \rightarrow \text{E}$$

$$d' = -10.679$$

$$l = \Delta_1 - d \Rightarrow l = -702.670 \text{ mm} \rightarrow \boxed{F}$$

$$\frac{1}{e'} = \frac{1}{e} + \frac{1}{f'} \Rightarrow e' = 200.977 \text{ mm} \rightarrow \boxed{X}$$

$$\Delta_2 = l' + d' \Rightarrow \boxed{\Delta_2 = 190.298 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{e'}{e} \Rightarrow m = -0.286 \rightarrow \boxed{Y}$$

$$L' = |m| \cdot L \Rightarrow \boxed{L' = 28.602 \text{ mm}}$$

$$e' > 0 \Rightarrow \boxed{\text{IMMAGINE REALE}}$$

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

**ESERCIZIO 8**

$$f' = 500 \text{ mm} ; m = -3$$

$$l = \frac{1-m}{m} f' = \frac{1+3}{-3} \cdot 500 = -\frac{4}{3} \cdot 500 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{l = -666.\bar{6} \text{ mm}}$$

$$e' = (1-m)f' = (1+3) \cdot 500 = 4 \cdot 500 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{e' = 2000 \text{ mm}}$$

ESERCIZIO 7

