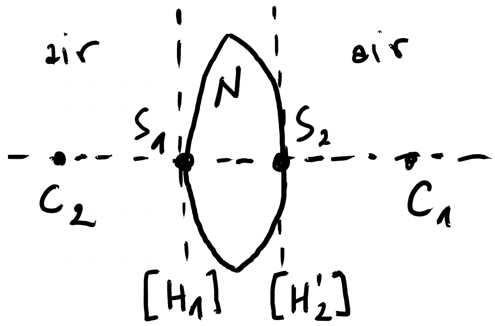
Les lentilles

Lentille sphérique : Association de deux dioptres sphériques.

On limite l'étude aux cas des lentilles placées dans l'air.
Les deux dioptres de sommets S_1 et S_2 ont pour centres respectifs C_1 et C_2.



Exemple : Lentille biconvexe

On note : $\overline{S_1C_1} = R_1 \quad \overline{S_2C_2} = R_2$

$N \rightarrow$ indice du verre

$\overline{S_1S_2} = e \rightarrow$ épaisseur

$R_1 > 0$ et $R_2 < 0$

Dioptre 1 = face d'entrée

$$f_1 = -\frac{1}{N-1}\overline{S_1C_1} = -\frac{1}{N-1}R_1$$

$$f'_1 = \frac{N}{N-1}\overline{S_1C_1} = \frac{N}{N-1}R_1$$

$$D_1 = -\frac{1}{f_1} = \frac{N}{f'_1} = \frac{N-1}{R_1}$$

$$H_1 = H'_1 = S_1$$

Dioptre 2 = face de sortie

$$f_2 = -\frac{N}{1-N}\overline{S_2C_2} = -\frac{N}{1-N}R_2$$

$$f'_2 = \frac{1}{1-N}\overline{S_2C_2} = \frac{1}{1-N}R_2$$

$$D_2 = -\frac{N}{f_2} = \frac{1}{f'_2} = \frac{1-N}{R_2}$$

$$H_2 = H'_2 = S_2$$

Vergence D de la lentille

Relation de Gullstrand : $D = D_1 + D_2 - \frac{e}{N} D_1 D_2$

Donc $D = \frac{N-1}{R_1} + \frac{1-N}{R_2} - \frac{e}{N} \frac{(N-1)(1-N)}{R_1 R_2} =$

$$= \frac{N-1}{R_1} - \frac{N-1}{R_2} + \frac{e}{N} \frac{(N-1)(N-1)}{R_1 R_2} =$$

$$= (N-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{e}{N} \frac{(N-1)^2}{R_1 R_2}$$

On écrit : $\frac{1}{R_1 R_2} = \frac{R_2 - R_1}{R_2 - R_1} \frac{1}{R_1 R_2} = \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2} \frac{1}{R_2 - R_1} =$

$$= \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \frac{1}{R_2 - R_1}$$

Alors : $D = (N-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\left(1 + \frac{N-1}{N} \frac{e}{R_2 - R_1}\right)$

Distances focales de la lentille

Les distances focales du système centré résultant de l'association de deux dioptres sont :

$$f = \frac{f_1 f_2}{\Delta} \quad \text{et} \quad f' = -\frac{f'_1 f'_2}{\Delta} \quad \text{avec } \Delta = -f'_1 + e + f_2$$

On a $f_1 f_2 = f'_1 f'_2 \Rightarrow f = -f'$

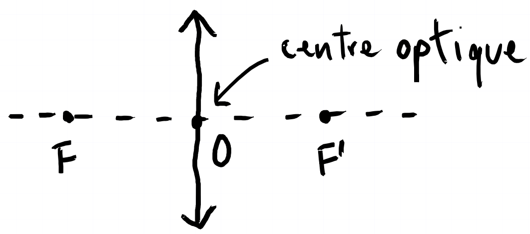
Points principaux H et H' de la lentille

$$\overline{S_1H} = \frac{e}{N}\frac{D_2}{D} = \frac{eR_1}{N(R_1-R_2)-(N-1)e}$$

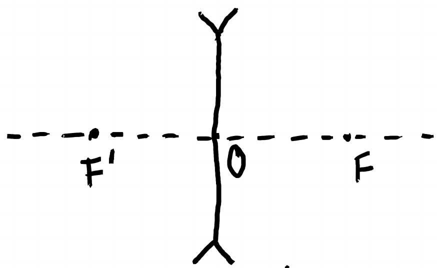
$$\overline{S_2H'} = -\frac{e}{N}\frac{D_1}{D} = \frac{-eR_2}{N(R_1-R_2)-(N-1)e}$$

Les lentilles minces

$e \ll |R_1| \qquad e \ll |R_2| \qquad e \ll |R_1 - R_2|$



convergente



divergente

Vergence: $D = (N-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

Foyers: $f = \overline{OF} \quad f' = \overline{OF'} \quad f = -f'$

Points principaux : $O = H = H'$

Doublets de lentilles minces $(p;q;r)$

$f'_1 = ap \quad e = aq \quad f'_2 = ar$

Exemple: $f'_1 = 60\,mm \quad e = 20\,mm \quad f'_2 = 80\,mm$

$\Rightarrow (p;q;r) = (3;1;4)$ avec $a = 20\,mm$

Construction graphique d'une image

(1) Le rayon incident parallèle à l'axe optique émerge du système centré en passant par le foyer image F'.

(2) Le rayon incident passant par le foyer objet F ressort parallèle à l'axe optique.

(3) Le rayon passant par le point principal objet émerge en conservant la même direction.

(4) Le tracé d'un rayon quelconque déjà abordé dans le cas du dioptre sphérique est généralisable à tous les sytèmes centrés. On utilise le foyer secondaire, intersection entre le plan focal image [F'] et le rayon parallèle au rayon incident émergeant en H'. Le rayon ressort du système en passant par le foyer secondaire.

Ex 1 : Détermination graphique des points cardinaux

On considère le système centré composé de l'association de deux lentilles minces convergentes de distances focales images $f'_1 = 10$ mm et $f'_2 = 15$ mm. Les deux lentilles sont distantes de 40mm.

1) Sur une construction graphique à l'échelle (horiz. 2/1), tracer la marche d'un rayon initialement parallèle à l'axe optique. En déduire graphiquement la position de F' et [H'] du système centré.

2) Construire la marche d'un rayon qui ressort de la seconde lentille en étant parallèle à l'axe optique. En déduire graphiquement la position de F et [H] du système centré.