

### Partie A :

#### Etude d'une lunette astronomique :

Une lunette astronomique est un instrument permettant à son utilisateur d'observer des objets situés à l'infini, de les voir plus gros et à l'envers.

Dans le cadre de cet exercice la lunette astronomique est constituée :

- D'un objectif, lentille épaisse biconvexe, d'indice 1,6 et d'épaisseur au centre  $(S_1, S_2)$  2mm. La vergence de cette lentille est de 5δ. Le rayon de courbure de sa face arrière est de 300mm.
- D'un oculaire, doublet de lentilles minces  $L_1, L_2$ , de symbole  $2/1/2$ . la distance focale de ce doublet est de 25mm.
- Le plan principal objet de l'œil de l'observateur est positionné dans le plan focal image de l'oculaire.
- L'observateur est considéré comme emmétrope n'accommodant pas.



#### Etude de l'objectif :

1. Déterminer la puissance et le rayon de courbure des deux faces constituant l'objectif.
2. Déterminer par le calcul la position des éléments cardinaux de cette lentille.

#### Etude de l'oculaire :

« L'oculaire a pour rôle de projeter l'image instrumentale dans le plan d'accommodation de l'observateur ».

3. Déterminer  $F_1$  et  $F_2$  les distances focales images des lentilles  $L_1$  et  $L_2$ , ainsi que l'interstice entre ces deux lentilles  $\{L_1, L_2\}$ .
4. Déterminer par le calcul la position des éléments cardinaux de l'oculaire.
5. Retrouver les éléments cardinaux graphiquement.

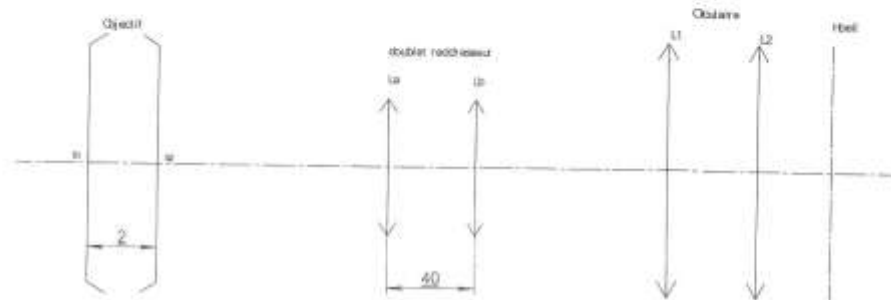
#### Etude de la lunette astronomique :

6. Ecrire la chaîne des images relative aux conditions d'utilisation de la lunette.
7. Déterminer l'encombrement de la lunette.

### Partie B :

*Transformation de la lunette astronomique en lunette terrestre :*

Une lunette terrestre permet à son utilisateur d'observer des objets situés à l'infini, de les voir plus gros, nettement et à l'endroit.....



La lunette astronomique est transformée en lunette terrestre par l'adjonction, entre l'objectif et l'oculaire, d'un doublet de lentilles minces convergentes identiques  $L_a, L_b$ . La distance focale objet de la lentille  $L_a$  est de 80 mm ( $L_a F_o = 80 \text{ mm}$ ). Dans ces conditions d'utilisation l'objectif conjugue le plan objet visé [AB] avec le plan focal objet de la lentille  $L_a$ .

L'utilisateur est toujours considéré emmétrope n'accommodant pas.

8. Ecrire la nouvelle chaîne des images (attention il y a peut-être des positions particulières.....)

9. Déterminer le nouvel encombrement de l'instrument.

## TD sur un instrument.

(1)

### Partie A.

#### Etude d'une lunette astronomique

- \* Objectif: lentille épaisse biconvexe  $n = 1,6$ .  $\overline{S_1 S_2} = 2 \text{ mm}$ .  
 $D_{ob} = 5\delta$ .  $\overline{S_2 C_2} = -300 \text{ mm} = R_2$
- \* Oculaire:  $L_1$  et  $L_2$  ( $2, 1, 2$ )  $f_{oc} = 25 \text{ mm}$ .
- \* Haut  $\equiv f_{oc}$  \* Observateur emmétrope  $A_{cc} = 0\delta$ .

#### Etude de l'objectif.

1.  $D_2 = \frac{n_s - n_i}{R_2}$   $R_2 < 0$  car lentille biconvexe.

$$D_2 = \frac{1 - 1,6}{(-300 \cdot 10^{-3})} = 2\delta.$$

$$D_{ob} = D_1 + D_2 - \frac{\overline{S_1 S_2}}{n_i} \times D_1 \times D_2$$

$$D_{ob} - D_2 = D_1 \left( 1 - \frac{\overline{S_1 S_2}}{n_i} \times D_2 \right)$$

$$D_1 = \frac{D_{ob} - D_2}{\left( 1 - \frac{\overline{S_1 S_2}}{n_i} \times D_2 \right)} = \frac{5 - 2}{1 - \frac{(2 \cdot 10^{-3})}{1,6} \times 2} = 3\delta.$$

$$D_1 = \frac{n_i - n_e}{R_1} = \frac{1,6 - 1}{R_1} \quad \text{donc} \quad R_1 = \frac{1,6 - 1}{D_1} = \frac{1,6 - 1}{3} = 200 \text{ mm}$$

2. \*  $f_{ob} = \frac{1}{D_{ob}} = \frac{1}{5} = 200 \text{ mm}$

\*  $f_{ob} = -f_{ob} = -200 \text{ mm}$ .

$$* \overline{S_1 H_{ob}} = \overline{S_1 S_2} \times \frac{n_e}{n_i} \times \frac{D_2}{D_{ob}} = (2 \cdot 10^{-3}) \times \frac{1}{1,6} \times \frac{2}{5} = 0,5 \text{ mm}$$

$$* \overline{S_2 H_{ob}} = -\overline{S_1 S_2} \times \frac{n_s}{n_i} \times \frac{D_1}{D_{ob}} = (-2 \cdot 10^{-3}) \times \frac{1}{1,6} \times \frac{3}{5} = -0,75 \text{ mm}$$

$$\rightarrow S'Foc = S'HHoc + H'ocFoc = 0,5 - 200 = -199,5 \text{ mm}$$

$$\rightarrow S_eFoc = S_eHHoc + H'ocFoc = -0,75 + 200 = 199,25 \text{ mm}$$

Etude de l'oculaire :

$$3) \quad \frac{d'_1}{2} = \frac{e}{1} = \frac{d'_2}{2} = a$$

$$\left\{ \begin{array}{l} d_1 = 2a \\ e = a \\ d'_2 = 2a \end{array} \right.$$

$$f'oc = \frac{d'_1 \times d'_2}{d_1 + d'_2 - e} = \frac{2a \times 2a}{2a + 2a - a} = \frac{4a^2}{3a} = \frac{4}{3}a$$

$$\frac{4}{3}a = 25 \quad a = 18,75 \text{ mm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f'_1 = 2 \times 18,75 = 37,5 \text{ mm} \\ e = 18,75 \text{ mm} \\ d'_2 = 2 \times 18,75 = 37,5 \text{ mm} \end{array} \right.$$

le doublet est symétrique car  $d'_1 = d'_2$ .

$f'oc > 0$ , le doublet est convergent ( $D > 0 \text{ D}$ ).

$$4) \rightarrow L'HHoc = -e \times \frac{d'_1}{f'_2} = 18,75 \times \frac{25}{37,5} = 12,5 \text{ mm}$$

$$\rightarrow L'HHoc = -e \times \frac{d'_1}{f'_1} = -18,75 \times \frac{25}{37,5} = -12,5 \text{ mm}$$

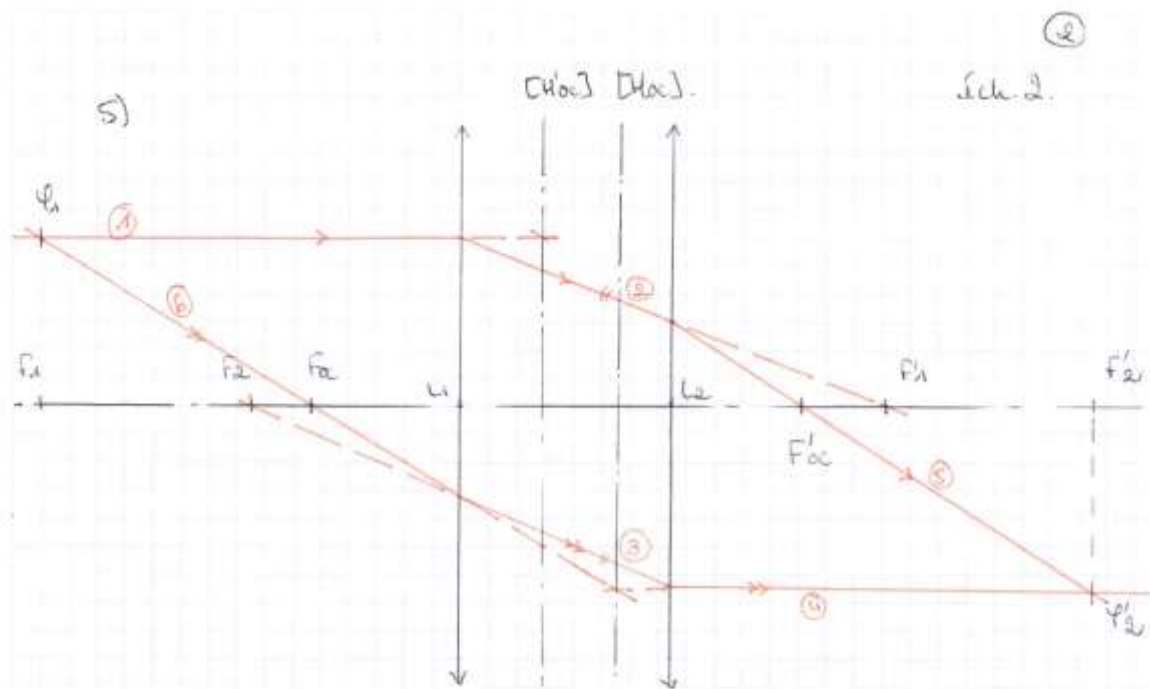
$$\rightarrow f'oc = -f'oc = -25 \text{ mm}$$

$$\rightarrow L'Foc = L'HHoc + H'ocFoc = 12,5 - 25 = -12,5 \text{ mm}$$

$$\rightarrow L_eFoc = L'HHoc + H'ocFoc = -12,5 + 25 = 12,5 \text{ mm}$$

Si  $L'Foc > 0$  foc est virtuel, le doublet est négatif.

$\rightarrow$  Ici  $L'Foc < 0$ , foc est réel, le doublet est positif.



\* ① 1 rayon incident sur  $L_1$  // à l'axe optique émerge en passant par  $F'_1$ : ②.

Tracer 1 rayon incident sur  $L_2$  // à ② passant par  $F_2$ : ③.

le rayon ③ émerge // à l'axe: ④

Dans le plan de  $F_2$  on détermine  $F'_{oc}$ .

\* ② et ③ sont incidents sur  $L_2$  // entre eux ils émergent en passant par 1 même  $F'_{oc}$ : Tracer n° ⑤.

→ À l'intersection de ⑤ avec l'axe optique:  $F'_{oc}$ .

À l'intersection du rayon incident // ① et de l'émergent ⑤: [Hoc]

\* ② et ③ sont émergents à travers  $L_1$  // entre eux. Ils sont issus d'1 même foyer objet secondaire  $F_{oc}$ : Tracer n° ⑥.

→ À l'intersection de ⑥ avec l'axe optique:  $F_{oc}$ .

À l'intersection du rayon émergent // à l'axe ④ et de l'incident ⑥: [Hoc]

## Étude de la lunette astronomique

(2)

6)  $AB \xrightarrow{\text{objectif}} \begin{matrix} A_1B_1 \\ [F_o] \\ [F_c] \end{matrix} \xrightarrow{\text{oculaire}} A'B' \xrightarrow{\infty}$   $A'B'$  étant l'image instrumentale.

7) Encombrement:

$$S_{IL2} = S_{IL2} + S_{EFO} + F_o F_{oc} + F_{oc} L_1 + L_2 \\ = 2 + 199,25 + 0 + 12,5 + 18,75 = 232,5 \text{ mm.}$$

Partie 3. Lunette terrestre:

8)  $AB \xrightarrow{\text{objectif}} \begin{matrix} A_1B_1 \\ [F_o] \\ [F_a] \end{matrix} \xrightarrow{L_1} A_2B_2 \xrightarrow{L_2} A_3B_3 \xrightarrow{\text{oculaire}} A'B' \xrightarrow{\infty}$   
 $\xrightarrow{\text{Redresseur}}$

9)  $S_{IL2} = S_{IL2} + S_{EFO} + F_o F_a + F_a L_1 + L_1 L_2 + L_2 F_1' B + F_1' F_{oc} + F_{oc} L_1 + L_2 \\ = 2 + 199,25 + 0 + 80 + 40 - 80 + 0 + 12,5 + 18,75 \\ = 432,5 \text{ mm.}$