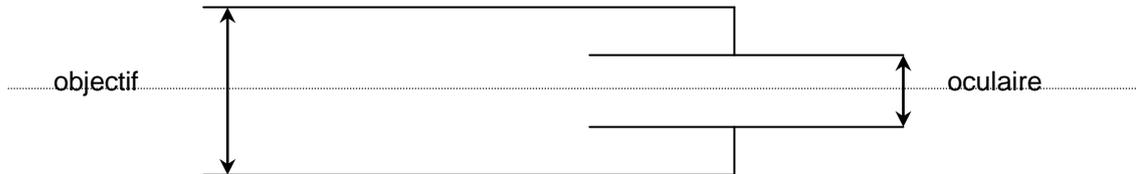




## I-description

Une lunette astronomique est un instrument d'optique destiné à observer les astres ou les objets éloignés. Elle est formée de **2 systèmes optiques convergents constitués de lentilles**, chacun placé à l'extrémité de 2 tubes coulissants l'un dans l'autre : **l'objectif et l'oculaire**.

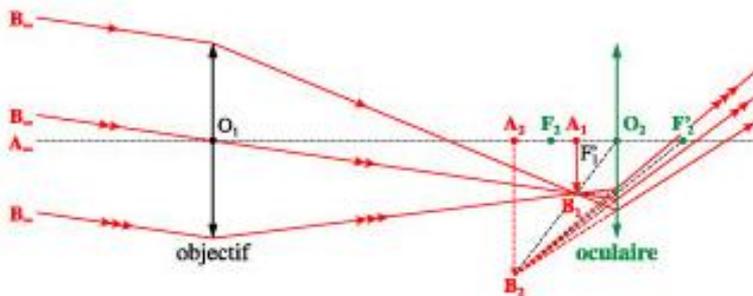


### L'objectif :

Placé côté de l'objet à observer, il possède une grande distance focale ( $f' > 1$  m) et un gros diamètre.

Le rôle de l'objectif consiste à former une image intermédiaire qui servira d'objet pour l'oculaire.

Dans le cas d'un objet AB à l'infini, l'image intermédiaire  $A_1B_1$  se forme dans le plan focal de l'objectif. Elle est d'autant plus grande que la distance focale est importante.



### L'oculaire :

Placé devant l'œil, il possède une courte distance focale (de l'ordre du cm).

L'oculaire joue le rôle d'une loupe.

En effet, si l'oculaire est tel que l'image formée par l'objectif se trouve entre son foyer objet  $F_2$  et son centre optique  $O_2$ , il donnera de cette dernière une image agrandie et de même sens. (voir schéma précédent).

## II-La lunette afocale :

La mise au point, permettant à l'œil (placé au voisinage du foyer image  $F'_2$  de l'oculaire) d'observer nettement l'image finale  $A_2B_2$ , est réalisée en déplaçant l'oculaire par rapport à l'objectif.

Un œil normale voit nette si l'image se trouve entre l'infini (Punctum Rémotum) sans accommodation et une distance minimale de 25 cm (Punctum Proximum) avec accommodation.

La lunette est afocale si le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer objet de l'oculaire.

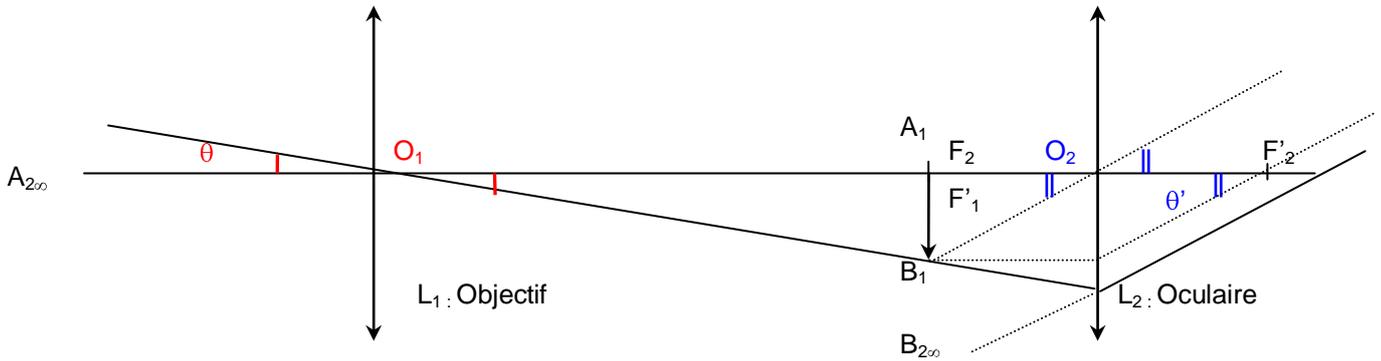
Dans ce cas l'image définitive se situe à l'infini et permet une observation par l'œil sans accommoder.



### III-Grossissement

On définit le grossissement standard de la lunette par le rapport  $G = \frac{\theta'}{\theta}$

$\theta$  représente l'angle sous lequel l'objet AB est vu à l'œil nu et  $\theta'$  l'angle sous lequel l'œil, placé en  $F'_2$ , voit l'image définitive.

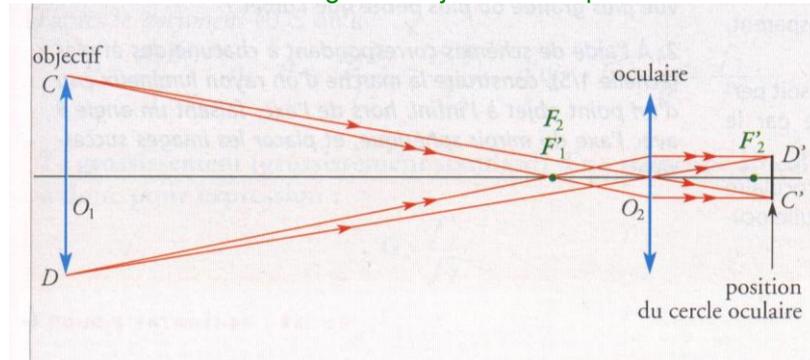


On a  $\theta \approx \tan \theta = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1}$  et  $\theta' \approx \tan \theta' = \frac{A_1B_1}{O_2F'_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$  d'où  $G = \frac{f'_1}{f'_2}$

### III- cercle oculaire

La monture de l'objectif limite les faisceaux entrant dans la lunette. Les rayons incidents traversant l'objectif de diamètre CD sortiront par le cercle de diamètre C'D', image de la monture de l'objectif par l'oculaire.

Le cercle oculaire est l'image de l'objectif donné par l'oculaire.



Le diamètre du cercle oculaire est plus petit que celui de la pupille, de sorte qu'en plaçant l'œil dans le plan du cercle oculaire, l'œil reçoit toute la lumière sortant de l'instrument.

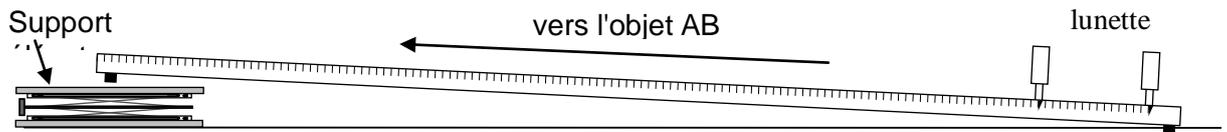
L'œil doit être placé au cercle oculaire pour recevoir le maximum de lumière.

## EXERCICES : n° 14 p 39

### Manipulation :

- 1) Réaliser le modèle d'une lunette astronomique afocale et déterminer la position et le diamètre du cercle oculaire
  - Parmi les lentilles proposées (+5δ et +20δ), choisir une lentille  $L_1$  et une lentille  $L_2$  simulant l'objectif et l'oculaire. Justifier ce choix.
  - Calculer la distance entre les centres optiques  $O_1$  de  $L_1$  et  $O_2$  de  $L_2$  pour que le système soit afocal. Positionner la lentille  $L_1$  jouant le rôle d'objectif à environ 30 cm de la source lumineuse (lanterne porte objet recouverte d'un papier calque) et placer la lentille  $L_2$  jouant le rôle d'oculaire de telle sorte que l'ensemble soit afocal.
  - Placer un écran juste derrière  $L_2$  et l'éloigner progressivement. Rechercher la position donnant le disque lumineux le plus petit et le plus intense possible: le bord du disque lumineux est alors appelé cercle oculaire. Relever la position du cercle oculaire et mesurer son diamètre.
- 2) Observer un objet éloigné

- Retirer la lanterne et installer la lunette afocale de telle sorte que l'axe du banc pointe vers la photo de l'objet AB fixée au mur. Il faut une distance minimum d' $\sim 5\text{m}$  pour pouvoir **considérer l'objet AB à l'infini**. Ajuster la hauteur et la position du banc pour que le point A soit vu bien centré dans la lunette. Faire la mise au point si nécessaire en déplaçant un peu l'objectif.
- Préciser où se trouve l'image intermédiaire  $A_1B_1$  dans le cas d'un objet situé à l'infini puis placer la règle transparente graduée sur le banc d'optique de telle sorte qu'elle coïncide avec l'image



intermédiaire  $A_1B_1$ . Mesurer la distance  $O_1A_1$ .

### 3) Grossissement de la lunette

- Ajuster la position de l'oculaire pour que l'image observée à travers la lunette soit nette. Mesurer la taille de  $A_1B_1$  à travers l'oculaire puis mesurer la distance  $O_2A_1$ .
- A partir des mesures de  $A_1B_1$  et de  $O_1A_1$ , déterminer la valeur de l'angle  $\theta$  (encore appelé **diamètre apparent**) sous lequel l'œil voit l'objet AB situé à l'infini.
- A partir des mesures de  $A_1B_1$  et de  $O_2A_1$ , déterminer le diamètre apparent  $\theta'$  sous lequel l'œil voit l'image de l'objet AB à travers la lunette.

### Exploitation :

- 1) Connaissant les caractéristiques de  $L_1$  et  $L_2$ , quelle est la valeur attendue pour le grossissement  $G$  de la lunette? Les valeurs de  $\theta$  et  $\theta'$  mesurées confirment-elles ce résultat?
- 2) Quelle distance entre  $L_2$  et le cercle oculaire obtient-on par l'application de la formule de conjugaison? La position du cercle oculaire calculée confirme-t-elle la valeur mesurée sur le banc?
- 3) Quelle est la valeur du diamètre du cercle oculaire obtenue par application de la formule du grandissement? Confirme-t-elle la valeur mesurée sur l'écran?

### Simulateur :

#### 1. Configurer le simulateur dans le but de représenter une lunette astronomique :

Lentille  $L_1$  de distance focale  $f_1 = 50\text{ cm}$  placée à  $40\text{ cm}$  de l'origine

Lentille  $L_2$  de distance focale  $f_2 = 5\text{ cm}$  placée à  $95\text{ cm}$  de l'origine

Longueur de l'axe optique  $2\text{ m}$

1.1 Que remarque-t-on quant à la position des foyers des deux lentilles ?

1.2 Quel qualificatif donne-t-on à ce type de lunette astronomique ?

1.3 Quel est le grossissement de l'instrument quand il est en configuration afocale.

#### 2. Configurer le simulateur en sélectionnant un « objet » à l'infini, sous un angle $\alpha$ de $5^\circ$ .

2.1 Où se forme l'image intermédiaire  $A_1B_1$  ? Pourquoi ?

2.2 Où se forme l'image définitive  $A_2B_2$  ? Pourquoi ?

#### 3. Par rapport à la configuration afocale, on rapproche l'oculaire de l'objectif de $7\text{ mm}$ .

3.1 La position de l'image définitive  $A_2B_2$  donnée par le simulateur permet-elle à un observateur dont l'œil est placé au foyer image de l'oculaire une vision distincte ? Justifier la réponse.

3.2 D'après la position et la hauteur de l'image définitive  $A_2B_2$  données par le simulateur, calculer l'angle  $\alpha'$  sous lequel un œil placé au foyer image de l'oculaire voit cette image.

3.3 En déduire le grossissement de la lunette utilisée dans ces conditions, et le comparer à celui calculé à la question 1.

#### 4. On veut observer indirectement le Soleil. Pour cela, la lunette est réglée en éloignant l'oculaire de $56\text{ cm}$ par rapport à l'objectif.

4.1 Montrer (sans calcul) que dans ces conditions, l'image définitive se forme effectivement au-delà de l'oculaire et donc que l'on peut la recevoir sur un écran.

4.2 Calculer à quelle distance de l'oculaire faut-il placer l'écran.

4.3 Retrouver le résultat à l'aide du simulateur.