

CHAP 03 : LUNETTE ASTRONOMIQUE ET TÉLESCOPE

CORRIGÉS DES EXERCICES

- e **1.** Dans une lunette :
- l'objectif est *convergent*, de *grande* distance focale ;
 - l'oculaire est *convergent*, de *faible* distance focale ;
 - l'œil est placé près de *l'oculaire* ;
 - l'image est *renversée*.
- n
- t- Dans un télescope :
- l'objectif est un miroir *concave*, de *grande* distance focale ;
 - l'oculaire est *convergent*, de *faible* distance focale ;
 - l'œil est placé près de *l'oculaire* ;
 - la mise au point est effectuée en *déplaçant l'oculaire*.
- e
- e

2. Placer l'oculaire et F_2 .

F'_1 , foyer image de l'objectif, coïncide avec F_2 : $f'_1 = 7$ u.

3. 1. Une lunette afocale donne d'un objet à l'infini une image finale à l'infini.

$$2. G = \frac{f'_1}{f'_2} = 50.$$

4. 1. La distance séparant les centres optiques est $f'_1 + f'_2 = 706$ mm.

2. L'image définitive est à l'infini.

$$3. G = \frac{f'_1}{f'_2} = 117.$$

5. Placer les foyers de l'oculaire et le miroir plan secondaire.

En déduire le foyer du miroir sphérique par symétrie.

Distance focale : 13 u.

6. 1. $O_1O_2 = f'_1 + f'_2 = 105$ cm.

2. Pour la construction, voir les documents 6 et 7 page 32 du livre élève.

$$3. \theta = \frac{A_1B_1}{f'_1} \quad \text{et} \quad \theta' = \frac{A_1B_1}{f'_2} \quad (\text{voir le doc. 7, page 32}).$$

$$G = \frac{f'_1}{f'_2} = 20.$$

7. 1. $\theta' = G \cdot \theta = 20 \times 0,5 = 10'$, soit $2,9 \cdot 10^{-3}$ rad.

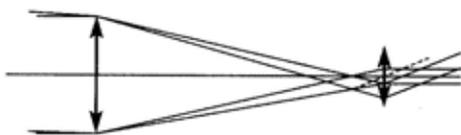
2. Ces étoiles ne sont pas séparables à l'œil nu car $\varepsilon = 3 \cdot 10^{-4}$ rad, mais elles le sont avec la lunette.

8. 1. Formule de conjugaison avec $\overline{O_2O_1} = -105$ cm : $\overline{O_2O'} = 5,25$ cm.

Par le grandissement, $R' = 2,5$ mm.

Le rayon du cercle oculaire est comparable à celui de la pupille de l'œil.

2. et 3. Voir la construction ci-dessous.



$$9. 1. G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{720}{12,5} = 57,6.$$

Le grossissement annoncé est correct.

2. Images séparées vues sous ε :

$$\varepsilon = G \cdot \theta, \text{ soit } \theta = \frac{1}{57,6} = 0,0175' \approx 1,1''.$$

L'annonce est un peu optimiste.

3. Le cercle oculaire est l'image de l'objectif donnée par l'oculaire. Son diamètre $d' = 2,3$ mm est plus petit que le diamètre de la pupille : toute la lumière émergente entre dans l'œil.

$$4. S_1 = \pi \frac{d_1^2}{4} = 1,43 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2.$$

$$S_2 = \pi \frac{d_2^2}{4} = 4,15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

$$S_1 = 3\,449 S_2.$$

Aux pertes d'absorption près, la lumière est concentrée sur une surface plus petite : l'image est plus lumineuse, le télescope est un collecteur de lumière.

$$10. 1. G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{800}{2,8} = 285.$$

2. Le foyer du miroir est à $\frac{R}{2}$ du sommet, d'où $R = 1,60$ m.

$$3. \theta = \frac{D_{\text{Jupiter}}}{D_{\text{Jupiter-Terre}}} = \frac{1,4 \cdot 10^5}{8 \cdot 10^8} = 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ rad.}$$

L'angle limite de séparation de l'œil est de $3 \cdot 10^{-4}$ rad, donc Jupiter apparaît comme un point lumineux.

4. L'angle sous lequel on voit Jupiter à travers l'instrument est :

$$\theta' = G \cdot \theta = 285 \times 1,75 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$$

Un objet situé à 10 m vu sous le même angle aurait une dimension de $10\theta' = 0,5$ m, soit 50 cm.

Jupiter devient alors visible en termes de dimensions, mais il n'est pas possible de distinguer les détails : on ne peut observer que les formes d'ensemble.

11. 1. $\theta = 0,1'' = 4,85 \cdot 10^{-7}$ rad.

Image : $f'_1 \cdot \theta = 8,67 \cdot 10^{-6}$ m, soit 0,008 67 mm.

2. $G = \frac{f'_1}{f'_2}$: $G_{\text{calculé}} = 1\,789$ et $2\,236$, ce qui est cohérent avec les grossissements proposés.

12. 1. a. Il ne faut pas viser le soleil avec la lunette.

b. $d = f'_1 \cdot \theta$, soit $f'_1 = 0,43$ m.

$$2. f'_2 = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ m.}$$

$$3. \text{ a. } \theta' = G \cdot \theta = \frac{f'_1}{f'_2} \cdot \theta = 31,4 \times \frac{0,43}{0,05} = 270', \text{ soit } 4^\circ 30'.$$

b. Lunette afocale : $d = 0,43 + 0,05 = 0,48$ m.

$$13. 1. G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{400}{9} = 44,4.$$

Le grossissement annoncé est correct.

2. $\theta' = G \cdot \theta = 30 \times 44,4 = 1\,333'$.

$$\theta' = 22^\circ 13' = 0,39 \text{ rad.}$$

$$3. \theta' = \frac{d}{D}, \text{ d'où } d = 0,39 \times 0,409 = 0,159 \text{ m.}$$

Ce diamètre est trop grand : on ne peut pas voir la Lune entièrement.

14. 1. Voir le document 6 page 32 du livre élève.

$$2. G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{16,16}{0,04} = 404.$$

3. Formule de conjugaison avec $\overline{O_2O_1} = -16,20$ m : $\overline{O_2O'} = 4,01$ cm.

Par le grandissement, le diamètre du cercle oculaire est 2,1 mm.

$$4. \text{ a. } \theta_{\text{Sirius}} = \frac{1,8 \times 696\,000}{8,7 \times 9,47 \cdot 10^{12}} = 1,52 \cdot 10^{-8} \text{ rad.}$$

b. $\theta' = G \cdot \theta = 6,14 \cdot 10^{-6}$ rad.

c. Sirius est toujours vue comme un point.

La lunette est collectrice de lumière.

$$15. 1. \theta = \frac{AB}{D} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ rad.}$$

Les graduations millimétriques correspondent à $2,5 \cdot 10^{-4}$ rad donc ne sont pas séparables à l'œil nu.

$$2. \text{ a. } f'_1 = \frac{R}{2} = 300 \text{ mm.}$$

b. L'objet est à 4,6 m du miroir, soit une distance supérieure à $15f'_1$: il est donc considéré comme à l'infini.

A_1B_1 est au foyer du miroir.

c. Voir la construction du *document* 10 page 34 du livre élève : construire le rayon passant par le foyer du miroir. Il est réfléchi parallèlement à l'axe optique.

d. $\frac{A_1 B_1}{f'_1} = \frac{AB}{CA}$ (C : centre miroir), donc $A_1 B_1 = 0,75$ mm.

3. a. L'image se forme sur la direction perpendiculaire à l'axe optique du miroir, à 20 mm du miroir plan.

b. $A_2 B_2$ a même taille que $A_1 B_1$ (miroir plan).

c. L'interception de la lumière est ainsi minimale.

4. a. Le foyer objet de la lentille doit coïncider avec A_2 .

b. Construction : voir le *document* 10 page 34.

c. $\theta' = \frac{A_2 B_2}{f'_2} = \frac{0,75 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-2}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$ rad.

Une division millimétrique est vue sous $1,5 \cdot 10^{-3}$ rad, donc distinguée.

d. $G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 6$.

$$\frac{f'_1}{f'_2} = \frac{300}{50} = 6 = G.$$

16. 1. a. L'objet est considéré comme situé à l'infini, A' se situe au foyer image de l'objectif :

$$O_1 A' = +180 \text{ mm.}$$

b. $O_2 A' = -27$ mm. D'après les formules de conjugaison,

$$O_2 A'' = -270 \text{ mm.}$$

L'image est renversée.

c. Construire le rayon passant par le centre O_2 et le rayon incident parallèle à l'axe.

2. a. L'œil n'accommode pas : il ne fatigue pas.

b. L'image $A'B'$ se situe au foyer objet de l'oculaire. La lunette est afocale, de distance $O_1 O_2 = f'_1 + f'_2$.

$$O_1 O_2 = 210 \text{ mm.}$$

c. D'après le *document* b, $\alpha = \frac{A'B'}{f'_1}$ et $\beta = \frac{A'B'}{f'_2}$,

$$\text{soit } G = \frac{f'_1}{f'_2} = 6.$$

2. La hauteur d'une fenêtre vue à travers la lunette correspond à la hauteur de six fenêtres vues à l'œil nu : le grossissement est bien égal à 6.