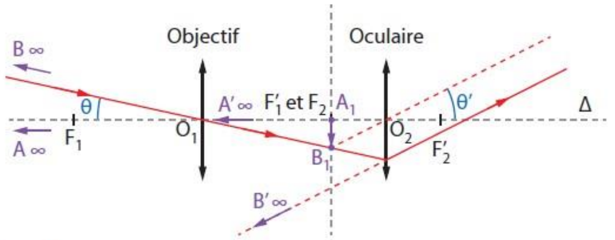
Préparation à l'écrit

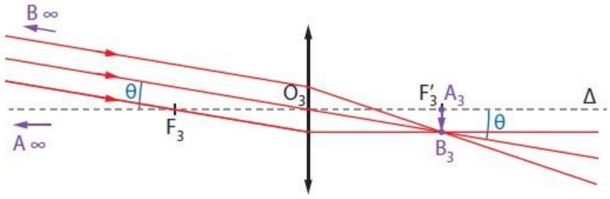
24 Grossissement et œil réduit

1. a. La définition du grossissement d'une lunette astronomique est : $G = \dfrac{\theta'}{\theta}$.

b.



2. a. et **b.**

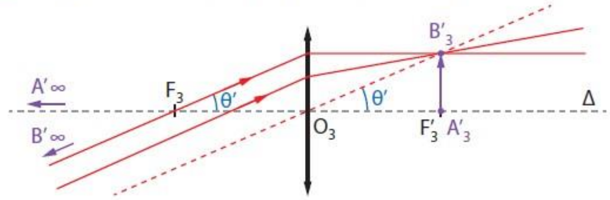


c. On a : $\tan\theta = \dfrac{A_3B_3}{O_3A_3}$ mais A_3 est confondu avec F'_3 car l'image est dans le plan contenant le foyer image F'_3 et perpendiculaire à l'axe optique.

Donc $\tan\theta = \dfrac{A_3B_3}{f'_3}$; on obtient : $\theta = 3{,}7°$ ou 0,065 rad ; c'est un petit angle de sorte que l'on peut confondre $\tan\theta$ avec θ (rad).

3. a. A′B′ joue le rôle d'objet pour la lentille L_3.

b.



c. On a maintenant $\tan\theta' = \dfrac{A'_3B'_3}{f'_3}$ et l'on calcule : $\theta' = 36{,}7°$ ou 0,640 rad.

4. On en déduit $G = \dfrac{0{,}640\ \text{rad}}{0{,}065\ \text{rad}}$ soit $G = 9{,}8$.

5. a. Pour cette lunette afocale :

On a : $\dfrac{\tan\theta'}{\tan\theta} = \dfrac{O_1F'_1}{O_2F'_2} = \dfrac{f'_1}{f'_2}$; si les angles sont petits, $\tan\theta = \theta$.

D'où : $G = \dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{f'_1}{f'_2}$.

$$G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{50{,}0\ \text{cm}}{5{,}0\ \text{cm}} = 10.$$

b. $u(G) = G \times \sqrt{\left(\dfrac{u(f'_1)}{f'_1}\right)^2 + \left(\dfrac{u(f'_2)}{f'_2}\right)^2}$

soit $u(G) = \dfrac{0{,}640\ \text{rad}}{0{,}065\ \text{rad}} \times \sqrt{\left(\dfrac{0{,}1\ \text{cm}}{50{,}0\ \text{cm}}\right)^2 + \left(\dfrac{0{,}1\ \text{cm}}{5{,}0\ \text{cm}}\right)^2}$

$u(G) = 0{,}2$.

On a $G = 9{,}8 \pm 0{,}2$.

Remarque : l'application précédente permet de se rendre compte que f'_1 est une source d'erreur négligeable devant f'_2.

c. Le grossissement G est compris entre 9,6 et 10. Cela confirme bien la valeur trouvée à la question **5. a**.

25 Et la lumière fut

Partie I

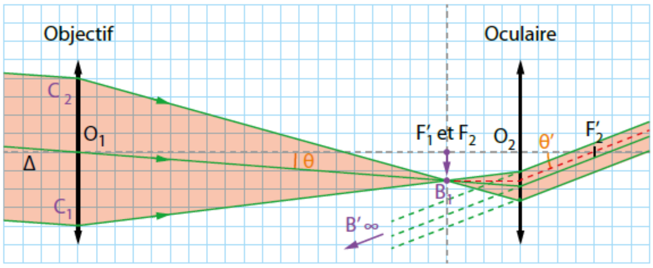
1. et **2. a.** Voir la figure ci-dessous, sans souci d'échelle.

b. Le point B_1 est situé dans le plan perpendiculaire à l'axe optique et contenant le foyer image F'_1 de l'objectif.

c. Voir la figure ci-dessous

3. a. L'image définitive B' est rejetée à l'infini.

b. Voir la figure ci-dessous.

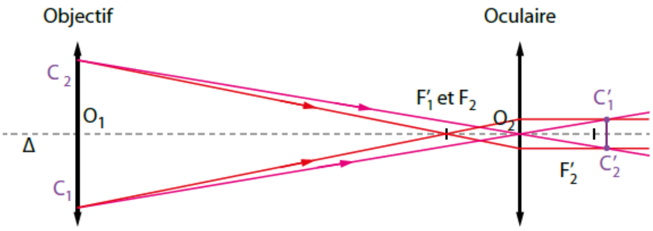


Partie II

Remarque : Pour déterminer graphiquement le cercle oculaire, on trace le rayon issu de C_1 et passant par F_2 ainsi que le rayon issu de C_1 et passant par O_2.

Le point C'_1 image de C_1 est à l'intersection des deux rayons émergeant de la lentille.

On procède de même pour le point C_2. La taille du cercle oculaire est $C'_1C'_2$.



• Calculons la position du cercle oculaire :

Nous recherchons en premier, par rapport à O_2, l'abscisse x'_{C_1} de l'image C'_1 en fonction de l'abscisse x_{C_1} du point C_1.

$$\frac{1}{x'_{C_1}} - \frac{1}{x_{C_1}} = \frac{1}{f'_2} \text{ soit } \frac{1}{x'_{C_1}} = \frac{1}{x_{C_1}} + \frac{1}{f'_2}.$$

Le descriptif de la lunette indique 70/800. On a donc $f'_1 = 800$ mm.

De plus, $f'_2 = 20{,}0$ mm.

Donc $\left|x_{C_1}\right| = 800 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 820$ mm. Attention, x_{C_1} est négatif.

On a alors : $\frac{1}{x'_{C_1}} = \frac{1}{-820 \text{ mm}} + \frac{1}{20{,}0 \text{ mm}}$; soit $x'_{C_1} = 20{,}5$ mm.

Le grandissement de l'oculaire est : $\gamma = \frac{y'_{C_1}}{y_{C_1}} = \frac{x'_{C_1}}{x_{C_1}}$;

donc : $y'_{C_1} = \frac{x'_{C_1}}{x_{C_1}} \times y_{C_1}$.

Le descriptif de la lunette indique 70/800. Donc le diamètre de l'objectif est égal à 70 mm. On en déduit $O_1C_1 = 35$ mm et donc $y_{C_1} = -35$ mm.

$y'_{C_1} = \frac{20{,}5 \text{ mm}}{-820 \text{ mm}} \times (-35 \text{ mm})$. On obtient $y'_{C_1} = 0{,}90$ mm.

Par symétrie, on détermine la taille du cercle oculaire :

$2 \times 0{,}90 \text{ mm} = 1{,}8$ mm.

La taille du cercle oculaire est bien inférieure au diamètre de la pupille de l'œil qui est environ 7 mm d'après l'image de l'exercice. La condition est bien vérifiée.

Préparation à l'ECE

1. La lentille de plus grande distance focale, ici L_1 ($f'_1 = 50{,}0$ cm), constituera l'objectif.

2. Par construction d'une lunette astronomique afocale, $O_1O_2 = f'_1 + f'_2$.

$O_1O_2 = 62{,}5$ cm.

3. Il faut rechercher avec un écran la position de l'image d'un objet lointain formée par l'objectif. Cette image est à rechercher entre l'objectif et l'oculaire.

4. Pour une lunette astronomique afocale,

$$G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{50{,}0 \text{ cm}}{12{,}5 \text{ cm}} = 4{,}00.$$