

CORRIGÉS DES EXERCICES

- 1.** • L'objectif est un ensemble de lentilles *convergent* de très *faible* distance focale.
 • L'oculaire est un ensemble de lentilles *convergent* de *faible* distance focale.
 • L'œil doit être près de l'*oculaire*.
 • L'image observée est *renversée*.
- 2.** 1. On trace l'image B_1 de B donnée par L_1 , puis l'image B' de B_1 donnée par L_2 .
 2. L_1 est l'objectif et L_2 est l'oculaire.
 $F_1'F_2$ est l'intervalle optique.
- 3.** 1. L'indication $\times 60$ correspond au grossissement de l'objectif ; le grossissement de l'oculaire vaut 10.
 2. $G = \gamma_1 \cdot G_{(\text{oculaire})} = 600$.
 3. $G_{(\text{oculaire})} = \frac{1}{4f_2'}$, soit $f_2' = \frac{1}{40} = 0,025$ m.
 4. $|\gamma_1| = \frac{\Delta}{f_1'}$, soit $f_1' = \frac{0,16}{60} = 0,0027$ m.
- 4.** 1. Le schéma est réalisé en plaçant les lentilles et leurs foyers.
 2. A_1B_1 doit se former dans le plan focal objet de l'oculaire. A_1 coïncide avec F_2 .
 3. Pour la construction, voir l'*Exercice résolu*, page 24 du livre élève.
 Par le calcul, on obtient : $\overline{O_1A} = -12,5$ cm.
 4. $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$, soit $\gamma_1 = -4$.
 $A_1B_1 = 4$ cm.

5. Tous les rayons issus de B et couvrant l'objectif émergent en passant par B_1 . Le tracé est poursuivi jusqu'à l'oculaire. Le faisceau émergent de l'oculaire est parallèle à B_1O_2 .

5. 1. L'angle cherché est $\theta' \approx \frac{A_1B_1}{f_2}$, soit $\theta' = 0,2$ rad.

2. $\theta = \frac{AB}{d_m}$, soit $\theta = 0,04$ rad.

3. $G = \frac{\theta'}{\theta} = 5$.

Il s'agit du grossissement standard car l'image définitive est vue à l'infini, l'œil n'accommodant pas.

6. 1. Voir le *cours*, page 21 du livre élève pour la construction.

2. Le cercle oculaire est l'image de l'objectif donnée par l'oculaire ; il est à 28 cm de l'oculaire et a un diamètre de 1,6 cm.

3. Voir le *cours*, page 21 du livre élève.

7. 1. Le grossissement est $\gamma_1 = 40$.

$\gamma_1 = \frac{\Delta}{f_1'}$, donc $f_1' = \frac{18}{40} = 0,45$ cm.

2. Le grossissement de l'oculaire est $G_{(\text{oculaire})} = \frac{1}{4f_2'} = 15$.

Donc $f_2' = \frac{1}{4G} = \frac{1}{60} = 0,0167$ m.

3. L'intervalle optique est la distance qui sépare le foyer image de l'objectif du foyer objet de l'oculaire.

4. Le grossissement standard du microscope est :

$$G = \gamma_1 \cdot G_{(\text{oculaire})} = 600.$$

5. Le globule rouge serait vu à l'œil nu sous l'angle θ :

$$\theta = \frac{7 \cdot 10^{-6}}{0,25} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ rad.}$$

$$\theta' = G \cdot \theta = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$$

8. 1. Position de l'image : $\overline{O_1A_1} = 16,4$ cm.

$$\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -80 \text{ } \mu\text{m.}$$

2. L'image intermédiaire est dans le plan focal objet de l'oculaire. L'image définitive est à l'infini.

3. $\theta' = \frac{80 \cdot 10^{-6}}{0,02} = 0,004$ rad.

4. $\theta = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,25} = 8 \cdot 10^{-6}$ rad.

Le grossissement du microscope est donc $G = \frac{\theta'}{\theta} = 500$.

9. 1. a. L'image intermédiaire se forme dans le plan focal objet de l'oculaire : $\overline{O_1A_1} = 17$ cm.

b. L'objet doit être placé à une distance $\overline{O_1A} = -1,0625$ cm.

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = \frac{17}{-1,0625} = -16.$$

c. $\theta = \frac{AB}{d_m} = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{0,25} = 3,2 \cdot 10^{-5}$ rad.

On peut remarquer que θ est inférieur à l'angle limite de résolution de l'œil, donc l'œil ne peut pas distinguer ce globule rouge.

d. Diamètre de l'image intermédiaire : $d' = \gamma_1 \cdot d = 128 \text{ } \mu\text{m}$.

$\theta' = d' \cdot \text{vergence}_{(\text{oculaire})} = 128 \cdot 10^{-6} \times 20 = 2,56 \cdot 10^{-3}$ rad.

$G = \frac{\theta'}{\theta} = 80$.

2. a. Position du cercle oculaire : $\overline{O_2C'} = +6,5$ cm.

Diamètre : 1,8 mm.

b. Le cercle oculaire est plus petit que la pupille : toute la lumière émergente pénètre dans l'œil.

3. a. $\overline{O_2A'} = -20$ cm,

$$\overline{O_2A_1} = -4 \text{ cm,}$$

soit $\overline{O_1A_1} = +18$ cm.

b. $\overline{O_1A} = -1,059$ cm.

c. L'écart est de 4 μm , ce qui justifie la nécessité de la vis micrométrique.

10. 1. L'image est dans le plan du micromètre oculaire, plan focal de l'oculaire.

L'œil n'accommoder pas car l'image définitive donnée par l'oculaire est rejetée à l'infini.

2. Le micromètre-objet constitue l'objet pour l'objectif ; sa longueur est égale à $100 \times 0,01 = 1$ mm. L'image du micromètre-objet se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire, en coïncidence avec le micromètre-oculaire.

C'est pourquoi l'image définitive du micromètre-objet est nette en même temps que celle du micromètre-oculaire. La longueur de l'image du micromètre-objet est $61 \times 0,1 = 6,1$ mm.

Le grossissement de l'objectif est :

$$|\gamma_1| = \frac{6,1}{1} = 6,1.$$

Le diamètre du cheveu est :

$$d = \frac{1,8}{6,1} = 0,30 \text{ mm.}$$

11. A. 1. La construction donne :

$$\overline{O_1A_1} = 300 \text{ mm et } \overline{O_2A_2} = -600 \text{ mm.}$$

L'image A_2B_2 est renversée.

2. L'image A_1B_1 est dans le plan focal de l'oculaire.

B. 1. La formule de conjugaison des lentilles fournit :

$$\overline{O_1A_1} = -5,12 \text{ mm.}$$

2. La taille de l'image est donnée par :

$$\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \cdot \gamma_1 = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}, \text{ soit } \overline{A_1B_1} = 40 \text{ } \mu\text{m.}$$

3. $\theta' = \frac{\overline{A_1B_1}}{f_2'} = 1,6 \cdot 10^{-3}$ rad.

4. $\theta = \frac{AB}{d_m} = 4 \cdot 10^{-6}$ rad.

$G = 400$.

12. 1. a. L'application de la formule des lentilles donne :

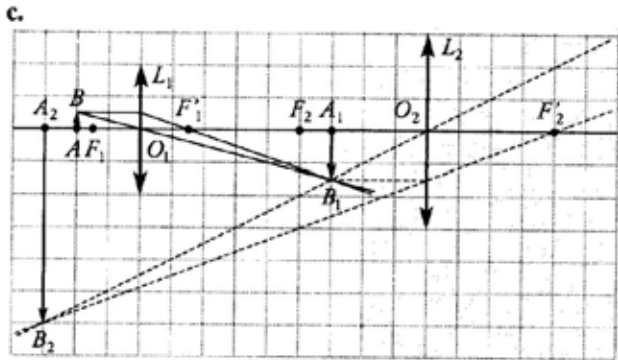
$$\overline{O_1A_1} = 6 \text{ cm.}$$

$$\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -1,5 \text{ cm.}$$

$$\overline{O_2A_1} = -3 \text{ cm et } \overline{O_2A'} = -12 \text{ cm.}$$

$$\overline{A'B'} = \overline{A_1B_1} \cdot \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = -6 \text{ cm.}$$

b. Ce dispositif permet de visualiser le principe du microscope.



2. a. L'application de la formule des lentilles donne :

$$\overline{O_1A_1} = 102,00 \text{ mm.}$$

$$\overline{A_1B_1} = \overline{AB} \cdot \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -50 \mu\text{m.}$$

$$\overline{O_2A_1} = -18,000 \text{ mm et } \overline{O_2A'} = -18,000 \text{ cm.}$$

$$\overline{A'B'} = \overline{A_1B_1} \cdot \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = -500 \mu\text{m, soit } A'B' = 500 \mu\text{m.}$$

b. L'œil a la faculté d'accommoder.

c. et d. $f_2A' = 20 \text{ cm}$. L'œil fatigue car l'image est presque à la limite de la vision distincte. L'image devrait se situer à l'infini pour que l'œil puisse l'observer sans fatigue.

Pour obtenir ce résultat, il faut éloigner l'objet de l'objectif. Ce déplacement de $0,82 \mu\text{m}$ exige une vis micrométrique.

13. 1. Dans ce cas, les conditions de Gauss sont vérifiées.

2. a. Le calcul donne $\overline{O_1A} = -38,2 \text{ mm}$.

b. $A'B' = AB \cdot \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = 14,7 \text{ mm.}$

3. Faire la construction en utilisant les propriétés des rayons lumineux.

4. a. $\alpha = \frac{AB}{1} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$

b. $\alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2} = 0,49 \text{ rad.}$

c. $G = 30,6.$

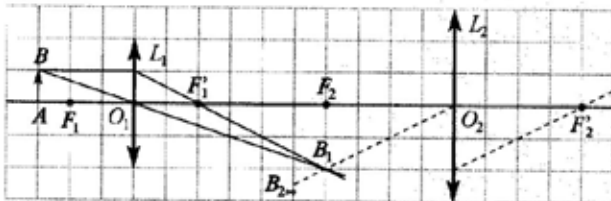
d. $G_c = 30,6.$

14. 1. a. L'application de la formule de conjugaison des lentilles donne $\overline{O_1A} = -15 \text{ cm}$.

$$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -2. \text{ L'image est renversée.}$$

$A_1B_1 = 1 \text{ cm.}$

1. b.



L'image définitive A_2B_2 est à l'infini.

c. $\alpha = \frac{AB}{d_m} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ rad} ; \alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2'} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$

$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 2,5.$

d. $\overline{O_2O_1} = 33,3 \text{ cm.}$

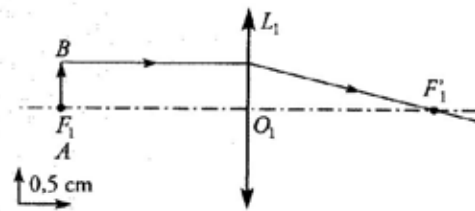
On fait coïncider la pupille avec le cercle oculaire pour que toute la lumière émergente entre dans l'œil.

2. L'image intermédiaire doit se former à droite : image droite du même côté que l'objet.

Il faut rapprocher l'objet de la lentille L_1 : l'image s'éloigne alors de L_1 .

15. 1. $\alpha = \frac{0,5}{25} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$

2. a. L'objet AB doit être au foyer objet de la lentille.



c. $\alpha' = \frac{AB}{f} = \frac{0,5}{25} = 0,2 \text{ rad.}$

d. L'image est plus grande car elle est vue sous un diamètre apparent plus grand : la lentille est une loupe.

$G = \frac{0,2}{0,02} = 10.$

3. a. La formule de conjugaison $\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1}$ donne

$\overline{O_1A_1} = -1 \text{ cm (0,995 cm arrondi à 1 cm).}$

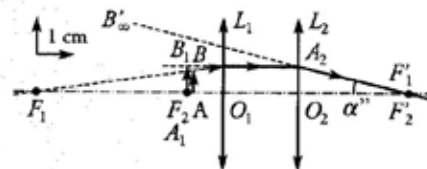
b. Comme A_1B_1 est dans le plan focal objet de L_2 , l'image $A'B'$ est à l'infini.

c. La formule du grandissement appliquée à L_1 donne :

$$|\gamma_1| = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{0,83} = 1,2.$$

On en déduit $A_1B_1 = 1,2 \times 0,5 = 0,6 \text{ cm.}$

d. Le rayon parallèle à l'axe entre L_1 et L_2 est issu du rayon F_1B (rayon passant par le foyer objet F_1). Il émerge en passant par le foyer image F_2' de la lentille L_2 .



e. Le rayon construit précédemment sert à la détermination de α'' : on construit A_1B_1 . La figure montre que $\overline{O_2A_2} = A_1B_1$

et on en déduit (triangle $O_2A_2F_2'$) que $\alpha'' = \frac{A_1B_1}{\overline{O_2F_2'}}$.

Application numérique : $\alpha'' = \frac{0,6}{3} = 0,2 \text{ rad.}$

f. $G_{oc} = \frac{0,2}{0,02} = 10.$