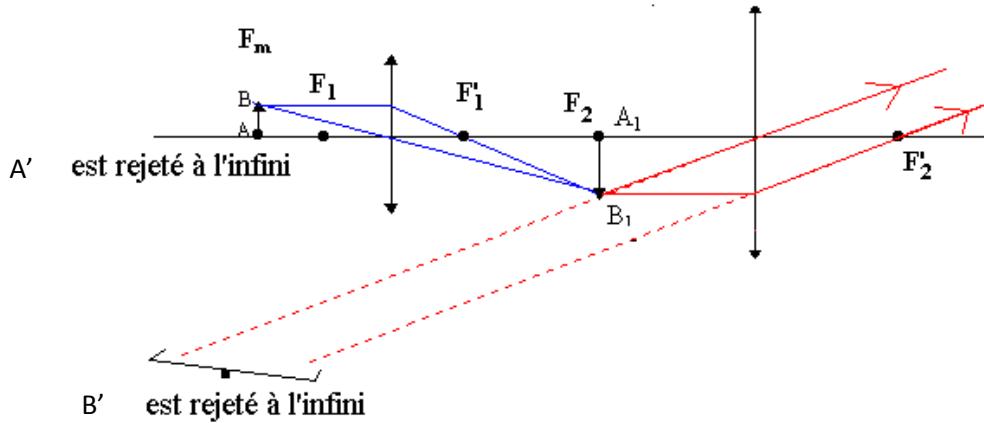


CORRECTION EXERCICES DE REVISION : OPTIQUE GEOMETRIQUE

Exercice 1 (Le microscope)

1. L'image intermédiaire A_1B_1 doit se trouver sur le plan du foyer objet de l'oculaire L_2 pour que l'image finale $A'B'$ donnée par le microscope soit à l'infini.

2. 2.1 2.2 2.3



3. 3.1 L'objet AB est à $0,514$ cm devant l'objectif donc $\overline{O_1A} = -0,514$ cm

$$\frac{1}{\overline{O_1A}_1} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A}_1} = \frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1A}_1} = -\frac{1}{5,14 \times 10^{-3}} + \frac{1}{5 \times 10^{-3}} = 5,45 \text{ m}^{-1} \quad \text{donc} \quad \overline{O_1A}_1 = 0,184 \text{ m}$$

$$3.2 \quad |\gamma_1| = \left| \frac{\overline{O_1A}_1}{\overline{O_1A}} \right| = \left| \frac{0,184}{-5,14 \times 10^{-3}} \right| = 35,8$$

$$4. \quad \Delta = F'_1 F_2 = O_1 F_2 - O_1 F'_1 = O_1 A_1 - f'_1 = 0,184 - 5 \times 10^{-3} = 0,179 \text{ m}$$

$$5. \quad P_i = \frac{\Delta}{f'_1 f'_2} = \frac{0,18}{5 \times 10^{-3} \times 0,02} = 1800 \delta$$

$$6. \quad G_c = \frac{\Delta}{4f'_1 f'_2} = \frac{0,18}{4 \times 5 \times 10^{-3} \times 0,02} = 450$$

7. 36 représente le grossissement de l'objectif γ_{obj} pour la vision à l'infini

12,5 représente le grossissement commercial G_{oc} de l'oculaire pour la vision à l'infini.

On a la relation $G_c = \gamma_{\text{obj}} \times G_{\text{oc}} = 36 \times 12,5 = 450$

$$8. \quad P = \frac{\alpha'}{AB} \quad \text{donc} \quad \alpha' = AB \times P = 0,2 \times 10^{-6} \times 1800 = 3,6 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

α' est supérieur au pouvoir séparateur de l'œil, donc la bactérie peut être observée à travers le microscope.

9. On peut utiliser un microscope électronique pour observer des objets encore plus petits.

Exercice 2 (La loupe)

1

$$\tan \alpha = \alpha = \frac{D}{d} = \frac{0,4 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-2}} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ rad} = 1,6 \text{ mrad}$$

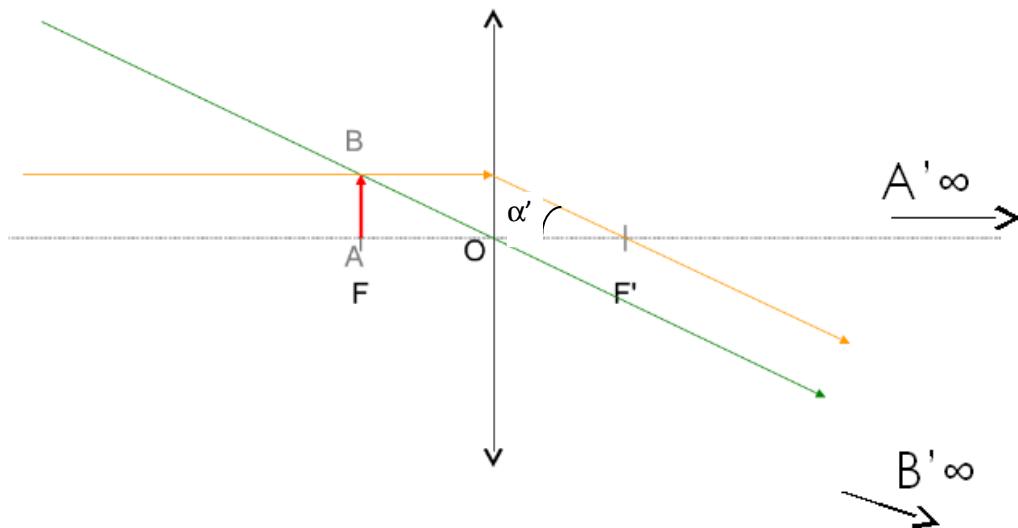
2 L'angle sous lequel la technicienne voit le capillaire est supérieur au pouvoir de résolution de l'œil donc, à cette distance, le capillaire sera vu distinctement par la technicienne.

3

$$f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{12} = 0,0833 \text{ m} = 8,33 \text{ cm}$$

4 Pour obtenir une image virtuelle, le capillaire doit se trouver entre le centre optique O de la loupe et le foyer objet de la lentille convergente constituant la loupe F. Il doit donc se trouver entre 0 et 8,3 cm de la loupe.

5 L'image étant à l'infini, le capillaire se situe sur le plan focal objet.



6

$$\tan \alpha' = \alpha' = \frac{AB}{OF'} = \frac{0,4 \times 10^{-3}}{8,33 \times 10^{-2}} = 4,8 \times 10^{-3} \text{ rad} = 4,8 \text{ mrad}$$

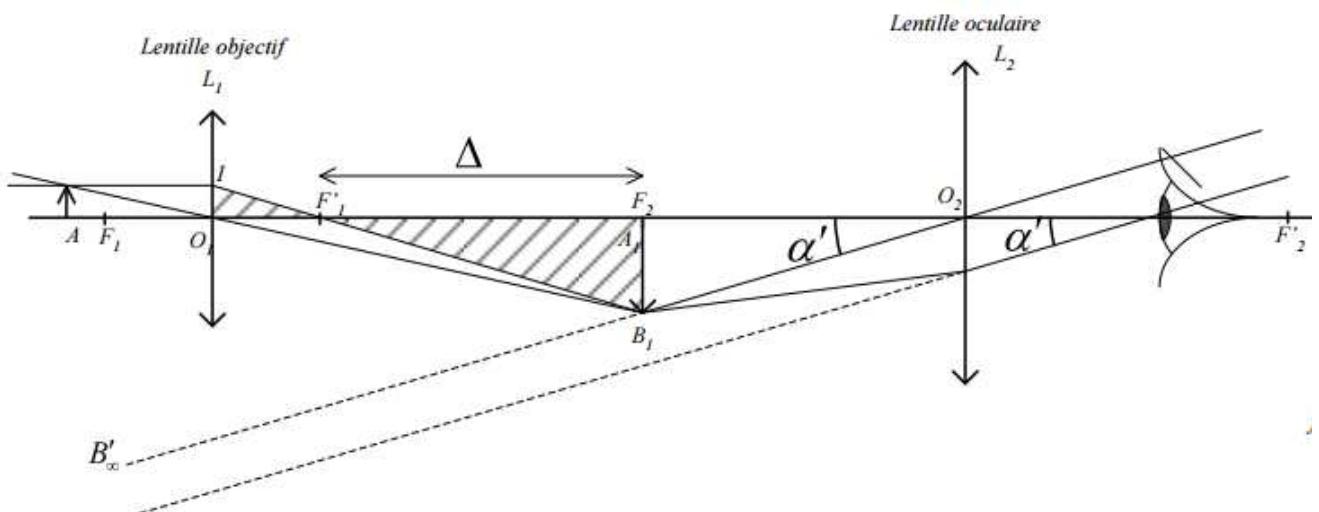
7

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{4,8}{1,6} = 3$$

Exercice 3 (Le microscope)

1. La lentille est convergente car la valeur de la distance focale est positive.
2. Pour que l'œil n'accorde pas, l'image $A'B'$ donnée par le microscope doit se situer à l'infini. L'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif doit se trouver sur le plan du foyer objet de l'oculaire L_2 pour que l'image finale $A'B'$ donnée par le microscope soit à l'infini.

3.



4. D'après la relation de conjugaison des lentilles convergentes pour la lentille L_1 :

$$\frac{1}{O_1A_1} - \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{f'} \quad \text{or} \quad \overline{O_1A_1} = \overline{O_1F_2}$$

$$\frac{1}{O_1F_2} - \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{O_1A} = \frac{1}{O_1F_2} - \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{O_1A} = \frac{1}{f'+\Delta} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{4 \times 10^{-3} + 0,16} - \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = -243,9 \text{ m}^{-1} \quad \text{donc} \quad \overline{O_1A} = -0,0041 \text{ m} = -4,1 \text{ mm}$$

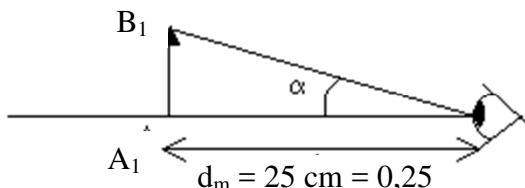
Le grossissement de l'objectif est donné par la relation :

$$|\gamma_{obj}| = \left| \frac{\overline{O_1F_2}}{\overline{O_1A}} \right| = \left| \frac{f'+\Delta}{f'} \right| = \left| \frac{0,004 + 0,16}{-0,0041} \right| = 40$$

5. La vergence C_2 de l'oculaire est de 40δ donc la distance focale f'_2 est de :

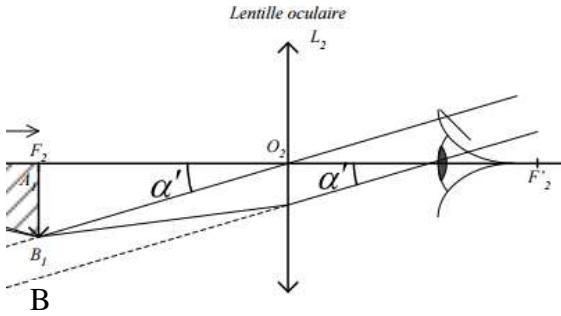
$$f'_2 = \frac{1}{C_2} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ m} = 2,5 \text{ cm}$$

Le grossissement commercial G_C est défini comme étant le grossissement que l'obtient lorsque l'objet est placé à la limite de la vision nette c'est-à-dire au point situé à la distance $d_m = 25 \text{ cm}$.



L'angle α est petit donc $\tan \alpha = \alpha$

$$\tan \alpha = \alpha = \frac{A_1B_1}{0,25}$$



L'angle α' est petit donc $\tan \alpha' = \alpha'$

$$\tan \alpha' = \alpha' = \frac{A_1 B_1}{O_2 F_2} = \frac{A_1 B_1}{0,025}$$

Le grossissement commercial de l'oculaire G_{oc} est défini par la relation suivante :

$$G_{oc} = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1 B_1}{0,025}}{\frac{A_1 B_1}{0,25}} = \frac{0,25}{0,025} = 10$$

On a la relation $G_{mic} = |\gamma_{obj}| \times G_{oc} = 40 \times 10 = 400$

Remarque : On peut également retrouver cette valeur avec la relation :

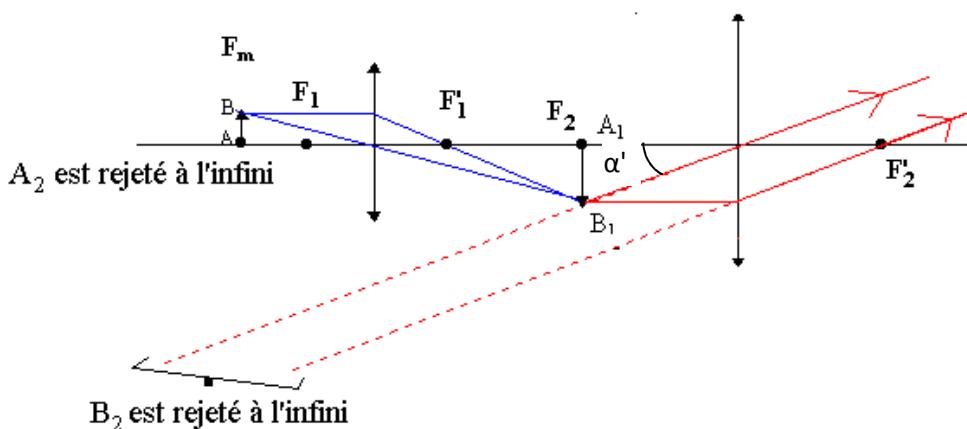
$$G_{mic} = \frac{\Delta}{4f'_1 f'_2} = \frac{0,16}{4 \times 4 \times 10^{-3} \times 0,025} = 400$$

La valeur gravée sur l'objectif correspond à la valeur absolue du grandissement de l'objectif.

Exercice 4 (Observation des calculs rénaux à l'aide d'un microscope, d'après BTS ABM 2011)

1. Pour que l'œil de l'observateur n'accorde pas, l'image A'B' doit se trouver à l'infini. Donc l'image intermédiaire A₁B₁ (image de AB donnée par l'objectif L₁) doit se former dans le plan focal objet de l'oculaire.

2.



3. Le grandissement γ_1 de l'objectif est donné par la relation :

$$\gamma_1 = \frac{A_1 B_1}{AB}$$

L'objet AB est droit donc \overline{AB} est positif et l'image A₁B₁ est renversée donc $\overline{A_1 B_1}$ est négatif. Le grandissement γ_1 de l'objectif est donc négatif.

4. Le grossissement commercial du microscope est donné par la relation :

$$G_C = \frac{\alpha'}{\alpha(25 \text{ cm})} = \frac{0,25 \times \alpha'}{AB} \quad \text{avec } \alpha' \text{ l'angle sous lequel on voit l'image (voir question 2)}$$

$$\tan \alpha' = \alpha' = \frac{A_1 B_1}{f'_2} \quad \text{donc} \quad G_C = \frac{0,25 \times A_1 B_1}{AB \times f'_2} = |\gamma_1| \times \frac{0,25}{f'_2} = 40 \times \frac{0,25}{0,025} = 400$$

Remarque : On peut aussi calculer le grossissement commercial du microscope en utilisant la relation :

$$G_C = |\gamma_1| \times G_{2C} = 40 \times 10 = 400$$

La puissance intrinsèque est donnée par la relation :

$$G_C = \frac{P_i}{4} \quad \text{donc} \quad P_i = 4 \times G_C = 4 \times 400 = 1600 \text{ } \delta$$

5. D'après la relation donnée :

$$|\gamma_1| = \frac{\Delta}{f'_1} \quad \text{donc} \quad f'_1 = \frac{\Delta}{|\gamma_1|} = \frac{16}{40} = 0,4 \text{ cm}$$

6. Pour la lentille L₁, on a la relation de conjugaison suivante :

$$\begin{aligned} \frac{1}{O_1 A_1} - \frac{1}{O_1 A} &= \frac{1}{f'_1} \quad \text{or} \quad \overline{O_1 A_1} = f'_1 + \Delta \\ \frac{1}{O_1 A} &= \frac{1}{f'_1 + \Delta} - \frac{1}{f'_1} = \frac{1}{0,4 + 16} - \frac{1}{0,4} = -2,44 \text{ cm}^{-1} \\ \overline{O_1 A} &= -0,41 \text{ cm} \end{aligned}$$

7. Le pouvoir séparateur ou pouvoir de résolution, du microscope est donné par la relation :

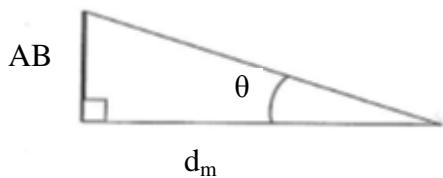
$$\varepsilon = \frac{0,61 \times \lambda}{n \sin U} = \frac{0,61 \times 585 \times 10^{-9}}{0,65} = 549 \times 10^{-9} \text{ m} = 0,55 \mu\text{m}$$

La taille des cristaux est nettement supérieure au pouvoir séparateur du microscope donc ils pourront être observés avec ce microscope.

Exercice 5 (Le microscope d'après BTS BIOAC 2012)

1. Observation à l'œil nu

1.1



$$\tan \theta = \theta = \frac{AB}{d_m} = \frac{1 \times 10^{-6}}{0,25} = 4 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

1.2 L'angle θ est inférieur au pouvoir séparateur de l'œil donc la bactérie n'est pas visible à l'œil nu.

2. Vision à l'infini

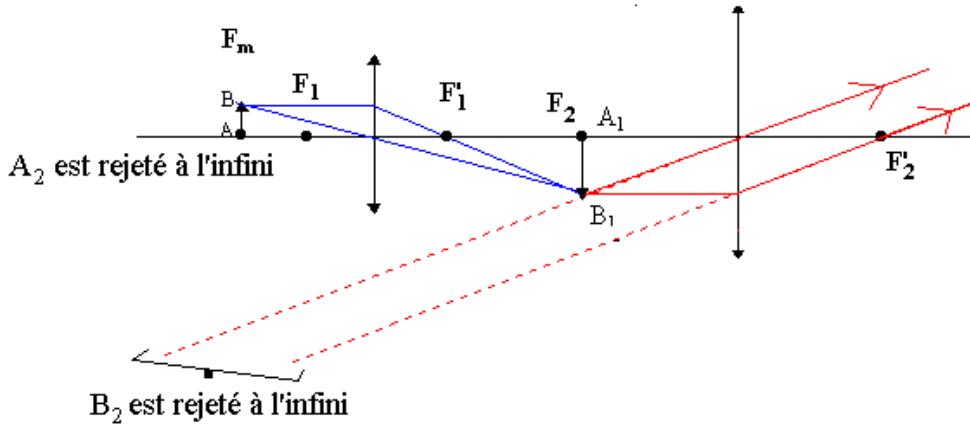
2.1 L'intérêt d'un tel réglage est de permettre à l'œil d'observer une image nette sans accommoder.

2.2 Cela convient uniquement pour l'œil emmétrope c'est-à-dire sans défaut de vision.

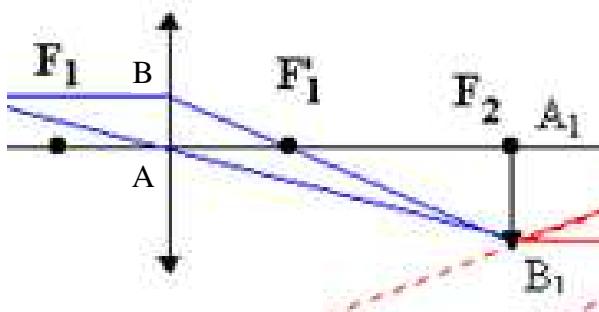
2.3 L'image intermédiaire A₁B₁ pour que cette condition soit vérifiée doit se former sur le plan focal objet de l'oculaire.

3. Grandissement du microscope

3.1



3.2



On applique le théorème de Thalès dans le quadrilatère ABB₁A₁ :

$$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{F_1'F_2}{O_1F_1'}$$

D'après la relation donnée dans l'énoncé :

$$|\gamma_{obj}| = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{F_1'F_2}{O_1F_1'} = \frac{\Delta}{f_1'}$$

3.3 D'après la question précédente, on a la relation :

$$|\gamma_{obj}| = \frac{\Delta}{f_1'} \quad \text{donc} \quad f_1' = \frac{\Delta}{|\gamma_{obj}|} = \frac{16}{50} = 0,32 \text{ cm} = 3,2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{3,2 \times 10^{-3}} = 312,5 \delta$$

4. Observation de la bactérie

4.1 D'après la relation donnée dans l'énoncé :

$$G_c = |\gamma_{obj}| \times G_{oc} = 50 \times 20 = 1000$$

$$G_c = \frac{\theta'}{\theta} \quad \text{donc} \quad \theta' = \theta \times G_c = 4 \times 10^{-6} \times 1000 = 4 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

4.2 Cet angle est supérieur au pouvoir séparateur de l'œil la bactérie est maintenant visible.

5. Pouvoir de résolution du microscope

5.1 D'après la relation donnée dans l'énoncé :

$$\varepsilon = \frac{0,6 \times \lambda}{n \sin U} = \frac{0,6 \times 500 \times 10^{-9}}{0,7} = 429 \times 10^{-9} \text{ m} = 0,43 \mu\text{m}$$

La taille de la bactérie étant supérieure au pouvoir de résolution du microscope, celle-ci est donc observable à travers l'instrument.

5.2 Pour observer des bactéries plus petites, il faut augmenter le pouvoir de résolution du microscope, c'est à dire faire diminuer la valeur de ε .

D'après la relation : $\varepsilon = \frac{0,6 \times \lambda}{n \sin U}$ pour diminuer la valeur de ε , il faut augmenter la valeur de l'indice de réfraction n où baigne l'objectif et donc d'immerger l'objectif dans un bain d'huile.