

DEVOIR DE RÉDACTION N°2

À RENDRE LE MARDI 30 JANVIER

Ce devoir issu d'Annales est là pour vous familiariser avec la rédaction à adopter le jour du concours. Les résultats ainsi que la démarche à suivre vous sont données au fil des questions pour vous permettre de vous concentrer uniquement sur ce travail de rédaction.



Le microscope optique

Du point de vue de la formation d'image, un microscope optique commercial peut se modéliser par l'association de deux lentilles minces convergentes utilisées dans les conditions de Gauss, voir figure 1.

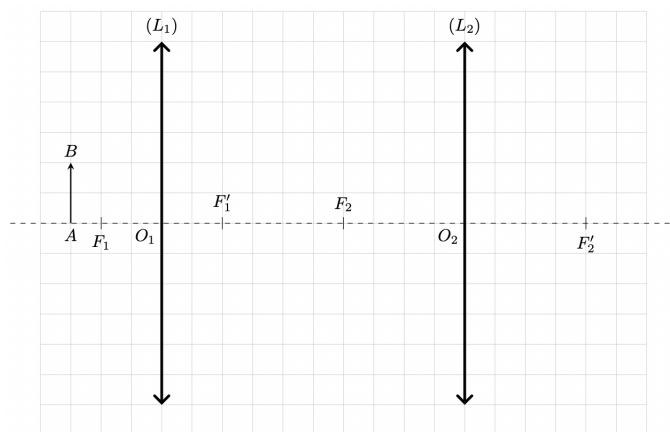


FIGURE 1 – Modélisation du microscope par deux lentilles minces convergentes

La première lentille, notée L_1 , est l'objectif du microscope. La seconde, notée L_2 est l'oculaire. L'échantillon à observer doit être placé sur la platine, devant l'objectif. Un système dont on parlera pas dans cet exercice permet d'éclairer l'objet sans perturber la formation de l'image. Le microscope modélisé dans cet exercice porte les indications suivantes : Objectif $40\times$; Oculaire $10\times$; Ouverture numérique $ON = 0,65$; Intervalle optique $\Delta = 16$ cm. L'objectif de l'exercice est de comprendre à quoi ces indications correspondent.

1. Justifier que si le microscope est correctement réglé, l'objectif fournit une image (intermédiaire) réelle et agrandie d'un objet réel alors que l'oculaire fournit une image à l'infini d'un objet réel. En déduire la position de l'image intermédiaire par rapport à l'oculaire L_2 .

↪ Quel est le principe d'un microscope ?
↪ Pourquoi l'image doit être à l'infini en sortie de l'oculaire ?
↪ Quel est le conjugué d'une image à l'infini par une lentille convergente ?

2. Compléter le schéma figure 1, en construisant l'image finale en sortie de l'oculaire.

↪ On trace deux rayons issus de B : celui qui passe par F_1 en émergeant de L_1 parallèle à l'axe optique, puis celui qui arrive parallèlement à l'axe optique, émergeant en F_1' . On trace B' image de B par L_1 .
↪ Tracer un rayon qui passe par B' et O_2 : les rayons en sortie de l'oculaire émergent parallèles à ce dernier.

Intéressons-nous d'abord à l'oculaire seul. L'indication $10\times$ portée sur l'oculaire donne la valeur du grossissement commercial G_2 , c'est-à-dire la valeur du rapport entre d'une part l'angle α' sous lequel est vue l'image d'un objet de taille finie lorsqu'elle est renvoyée à l'infini par l'oculaire L_2 seul et d'autre part l'angle α_{\max} sous lequel un rayon issu du même objet traverse le centre optique d'un œil emmétrope lorsque cet objet est placé à la distance minimale de vision distincte $\delta_m = 25$ cm.

3- En déduire que la distance focale image de l'oculaire vaut $f'_2 = 2,5$ cm.

↪ Réaliser deux schémas pour définir α' (objet AB vu à travers la lentille, tracer un rayon passant par le centre optique) et α (même objet AB vu à l'œil nu).

↪ Approximation des petits angles : $\alpha' \approx \frac{AB}{f'_2}$ et $\alpha_{\max} \approx \frac{AB}{\delta_m}$

↪ En déduire G_2 , puis $f'_2 = \frac{\delta_m}{G_2} = 2,5$ cm.

Considérons maintenant le microscope complet, avec l'objectif. L'indication $40\times$ portée sur l'objectif est la valeur absolue du grandissement transversal γ_1 de la lentille L_1 . L'intervalle optique Δ correspond à la distance $\overline{F'_1F_2}$.

4- Donner en le justifiant le signe de γ_1 .

↪ Comment est l'image intermédiaire par rapport à l'objet AB ?

5- En utilisant des relations impliquant les tangentes d'angles bien choisis, montrer que

$$\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}$$

↪ Quelle est la définition de γ_1 en fonction de AB et $A'B'$?

↪ Exprimer $A'B'$ grâce à l'angle $(F_2\widehat{F'_1}B')$ en faisant intervenir Δ , puis AB grâce à l'angle $(O_1\widehat{F'_1}I)$, avec I le point d'intersection avec L_1 du rayon incident parallèle issu de B .

6- En déduire la distance focale image de l'objectif f'_1 , littéralement puis numériquement.

↪ On inverse la relation précédente.

7- Montrer que la distance $\overline{O_1A}$ où l'objet doit être placé pour obtenir une image à l'infini en sortie du microscope vaut

$$\overline{O_1A} = \frac{-f'_1(\Delta + f'_1)}{\Delta}$$

Commenter le signe obtenu.

↪ Quelle est la définition de γ_1 en fonction de $\overline{O_1A'}$ et $\overline{O_1A}$?

↪ Exprimer $\overline{O_1A'}$ grâce à une relation de Chasles.

↪ Utiliser la définition de γ_1 et la relation trouvée en 5- pour conclure.

↪ Quel est le signe de $\overline{O_1A}$ pour un objet réel ?

Le grossissement commercial G du microscope complet est le rapport entre d'une part l'angle α sous lequel on voit l'image à l'infini d'un objet de taille finie à travers le microscope et l'angle sous lequel on le voit à l'œil nu s'il est placé à la distance minimale de vision distincte δ_m , défini à la question 3 par α_{\max} .

- 8- Exprimer le grossissement commercial d'abord en fonction de δ_m , γ_1 et f'_2 , littéralement puis numériquement. Comment déduire ce grossissement des indications portées sur l'objectif et l'oculaire ?

↪ Quelle est la définition de α_{\max} en fonction de AB et δ_m ?

↪ Montrer que $\alpha = \frac{A'B'}{f'_2}$.

↪ Quelle est la définition de γ_1 en fonction de AB et $A'B'$?

↪ En déduire $G = \frac{\alpha}{\alpha_{\max}} = \frac{|\gamma_1|\delta_m}{f'_2} = 400$.

Adapté de l'écrit Banque PT 2017