



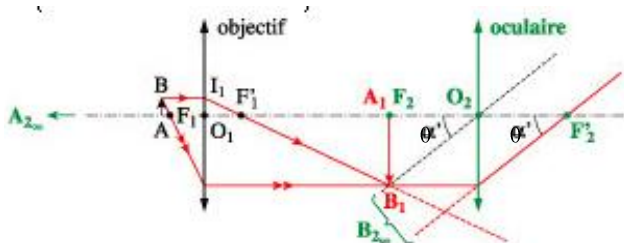
Rôle : Le microscope permet d'observer de petits objets en augmentant leur diamètre apparent. Il permet de séparer des détails pouvant atteindre $0,2 \mu\text{m}$ contre $3 \mu\text{m}$ avec une loupe.

Description :



- l'**objectif**, association de plusieurs lentilles, assimilé à une lentille mince convergente de courte distance focale (de l'ordre du millimètre).
- l'**oculaire**, équivalent à une lentille mince convergente de distance focale de l'ordre du centimètre : joue le rôle de loupe.
- le **condenseur**, miroir concave ou assemblage de plusieurs lentilles, qui concentre la lumière sur la préparation à examiner.
- un microscope est en général munis de plusieurs jeux d'objectifs et d'oculaires ; la distance séparant ces deux systèmes étant invariable. La mise au point s'effectue en déplaçant le bloc objectif-oculaire grâce à un système **crémaillère + vis micrométrique**.

Formation des images :



- un objet AB, placé très près devant le foyer objet de l'objectif, donne une image intermédiaire A_1B_1 agrandie et renversée.
- si A_1B_1 se forme dans le plan focal objet de l'oculaire, l'image définitive A_2B_2 sera située à l'infini, permettant une observation sans fatigue par un œil normal

Grossissement :

$G = \frac{\theta'}{\theta}$. l'image définitive est observée par un œil placé en F'_2 sous un angle $\theta' \sim \tan \theta' = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{f_2}$

. à l'œil nu, l'objet placé à la distance minimale de vision distinct $d_m = 0,25 \text{ m}$, est vu sous un angle $\theta \sim \tan \theta = \frac{AB}{d_m}$

$G = \left(\frac{A_1B_1}{f_2} \right) \times \left(\frac{d_m}{AB} \right)$

. $\frac{A_1B_1}{AB} = |\gamma_1|$ représente le grandissement de l'objectif (valeur gravée sur l'objectif).

. $\frac{d_m}{f_2} = G_2$ représente le grossissement de l'oculaire (valeur gravée sur l'oculaire).

d'où $G = |\gamma_1| \times G_2$; les valeurs du grossissement commerciales d'un microscope sont comprises entre 25 et 2500

Latitude de mise au point :

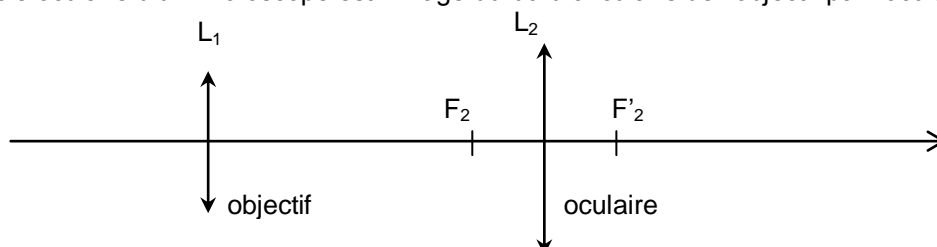
Un œil normal voit nettement l'image A_2B_2 si elle est comprise entre 25 cm (Punctum Proximum) et l'infini (Punctum Remotum).

Les positions extrêmes correspondantes de l'objet AB délimitent la latitude de mise au point.

Un vis micrométrique permet de réaliser ce réglage (de l'ordre du micromètre).

Cercle oculaire :

Le cercle oculaire d'un microscope est l'image du bord circulaire de l'objectif par l'oculaire.



SIMULATEUR :

1. **Objectif** : Configurer le système en plaçant :

- la lentille L_1 , de centre optique O_1 , de distance focale $f_1 = 2,00$ cm, à $10,00$ cm de l'origine
- l'objet AB de $0,50$ cm de hauteur à l'origine de l'axe

1.1 À l'aide de la souris, déplacer l'objet AB de façon à obtenir une image A_1B_1 plus grande que AB et pouvant être recueillie sur un écran.

Quelle est la portion de l'axe qui convient ?

2. **Oculaire** : Configurer le simulateur en plaçant l'objet AB à $7,5$ cm de l'origine et en rajoutant une deuxième lentille L_2 de distance focale $f_2 = 10,00$ cm.

2.1 À l'aide de la souris, déplacer la lentille L_2 de façon à ce qu'elle joue le rôle de loupe vis à vis de l' « objet » A_1B_1 .

Repérer la portion de l'axe qui convient et retrouver ce résultat par le raisonnement.

3. **Fonctionnement dans les conditions afocales** : Si le foyer objet F_2 de la lentille L_2 est confondu avec l'image intermédiaire A_1 , où se trouve l'image définitive A_2 ?

3.1 Vérifier ce résultat à l'aide du simulateur.

3.2 Quel intérêt trouve l'observateur ayant placé son œil supposé « normal » au foyer image F'_2 de l'oculaire ?

4. latitude de mise au point

4.1 Un observateur place son œil au foyer image F'_2 de la seconde lentille. Il désire observer l'objet AB à travers l'instrument en obtenant une image finale dont la position correspond à la distance minimale de vision distincte, soit 25 cm.

Trouver, à l'aide du simulateur, à quelle distance du centre optique de la première lentille il faut placer l'objet.

4.2 Son œil étant toujours placé au foyer image F'_2 de la seconde lentille, l'observateur désire obtenir une image finale à l'infini.

À quelle distance du centre optique de la première lentille faut-il placer l'objet ?

4.3 D'après les résultats précédents, quelle est la longueur du déplacement de l'objet, appelée latitude de mise au point, permettant d'observer une image finale située dans le domaine de vision distincte de l'observateur ?

5. **cercle oculaire** : À l'aide de l'onglet « Affichage », choisir l'option « Afficher tous les rayons ».

5.1 Observer le faisceau émergent de l'oculaire. Quelle particularité présente-t-il ?

5.2 Quel intérêt y a-t-il à placer son œil à ce niveau lors d'une observation ?

5.3 La portion du faisceau émergent correspondant au diamètre minimum se nomme cercle oculaire. Évaluer sa position sur l'axe optique d'après la visualisation qu'en donne le simulateur, puis la calculer de façon exacte, sachant que le cercle oculaire est l'image de l'objectif donnée par l'oculaire.

6. **grossissement** : L'objet est placé à $2,49$ cm devant l'objectif.

6.1 D'après la position et la hauteur de l'image définitive données par le simulateur, calculer, en radians, le diamètre apparent α' sous lequel l'œil placé en F'_2 voit l'image définitive.

6.2 Calculer le diamètre apparent sous lequel on voit, à l'œil nu, l'objet AB placé à 25 cm.

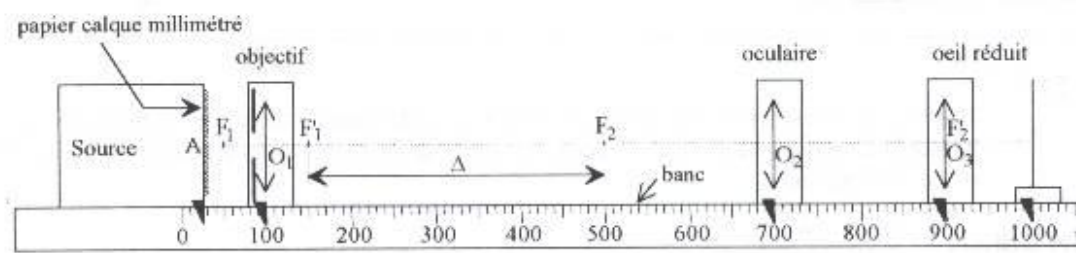
6.3 Dans ces conditions, calculer le grossissement du microscope.

EXERCICES :

n° 11 p26

MANIPULATION:

1) Réalisation d'un modèle de microscope :



Sur le banc d'optique, placer une lentille convergente de distance focale 5 cm (+20 δ) représentant l'objectif. A 60 cm de l'objectif, placer une lentille convergente de distance focale 20 cm (+5 δ) représentant l'oculaire. Ne modifiez plus par la suite cette distance objectif-oculaire ($O_1O_2 = 60$ cm) qui doit rester fixe comme dans un microscope réel. (Dans un microscope réel, c'est la distance F'_1F_2 qui est donnée. Elle est appelée intervalle optique et notée Δ .)

L'œil réduit avec lequel on observe les images est composé d'une lentille convergente de distance focale 12,5 cm (+8 δ) et d'un écran. Cette lentille est placée au foyer image de l'oculaire.

- Quelle est la distance entre O_3 et l'écran si l'œil réduit n'accommode pas
- Placer l'écran à la distance calculée précédemment puis faire la mise au point en déplaçant l'objet (source lumineuse recouverte d'un papier transparent millimétré).

Dans un microscope réel, c'est l'ensemble objectif-tube-oculaire qu'on déplace par rapport à l'objet mais dans le cas du microscope réduit, l'objectif et l'oculaire ne sont pas solidaire. Il est donc plus facile et optiquement équivalent de déplacer l'objet.

- Mesurer la distance AO_1 entre l'objet et l'objectif
- Quelle est la nature (réelle ou virtuelle) et le sens de l'image intermédiaire A_1B_1 formée par l'objectif ?
- Quelle est la position de cette image par rapport à l'oculaire quand l'œil observe dans le microscope sans accommoder ?
- L'espace entre l'objectif et l'oculaire étant accessible, placer une feuille de papier blanc pour observer l'image intermédiaire A_1B_1 et mesurer sa taille.
- Retrouver par le calcul la distance AO_1
- Construire sur un schéma l'image intermédiaire A_1B_1 et l'image définitive $A'B'$ en prenant un objet de 2 mm de hauteur.

Conseils : échelle horizontale $1/5^{\text{ème}}$

échelle verticale 1 (avec un objet de 2 mm de hauteur, il n'est pas facile de faire une construction précise des images. Il est préférable de calculer la hauteur de l'image A_1B_1 avant de faire le tracé.)

2) cercle oculaire

- À l'aide d'une feuille blanche utilisée comme un écran mobile, recherchez la position du cercle oculaire de votre microscope. Votre œil réduit était-il correctement positionné ?

3) latitude mise au point

- Pouvez-vous observer l'image $A'B'$ fournie par le microscope ? Essayez !
- Que pouvez-vous faire dans ce cas pour donner une estimation de la latitude de mise au point de ce dispositif ?

4) grossissement

- calculer le diamètre apparent θ sous lequel l'œil nu placé à la distance minimale de vision distinct voit l'objet AB
- calculer le diamètre apparent θ' sous lequel l'œil voit l'image définitive $A'B'$ à travers le microscope
- en déduire le grossissement G du microscope ainsi réalisé. Vérifier que $G = |\gamma_1| \times G_2$

où $\frac{A_1B_1}{AB} = |\gamma_1|$ représente le grandissement de l'objectif (valeur gravée sur l'objectif pour un microscope réel)

et $\frac{d_m}{f_2} = G_2$ représente le grossissement de l'oculaire (valeur gravée sur l'oculaire pour un microscope réel) .