

TP 3 : l'œil ; le microscope.

- On préparera la partie 1.1. en répondant aux questions qui y sont posées.
- On préparera la partie 1.2. en réfléchissant aux deux protocoles demandés et en les rédigeant proprement.
- On préparera la partie 2.1. en répondant aux trois questions qui y figurent.

1. Construction d'un œil-modèle.

1.1. Rappel sur l'œil.

- Rappeler la modélisation simple de l'œil vu en cours. Faire un schéma en précisant quel élément du modèle correspond à quel élément de l'œil réel.
- Rappeler sur quel objet l'œil emmétrope fait le point sans accommodation.
- Rappeler pourquoi on construit les instruments d'optique pour fournir en sortie une image à l'infini.

1.2. Montage d'un œil modèle sur le banc d'optique.

Pour réaliser un œil modèle n'accommodant pas, il faut d'abord construire un objet à l'infini A_∞ qui sera vu net par cet œil.

- Proposer un protocole, s'inspirant d'une des méthodes vue dans le TP2 (introduction des lentilles minces), pour placer l'objet lettre P dans le plan focal d'une lentille convergente. Rappeler alors où est située l'image de la lettre P.

Mettre soigneusement en œuvre le protocole pour construire une image à l'infini avec la lentille de distance focale bien connue égale à 100 mm placée sur le présentoir en bois.

- Proposer un protocole utilisant l'image à l'infini pour construire l'œil modèle.

Mettre en œuvre le protocole pour construire l'œil modèle avec la lentille (Jaune-Jaune) dans la boîte plexiglas.

Donner une estimation de la distance focale de la lentille utilisée pour construire l'œil.

On s'assurera alors que la configuration obtenue pour cet œil modèle reste fixe pour toute la suite du TP.

2. Construction d'un modèle simplifié de microscope.

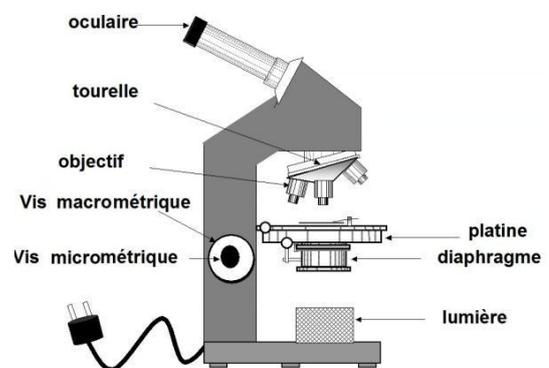
2.1. Structure du microscope.

Une représentation légendée du microscope est proposée sur la figure ci-contre.

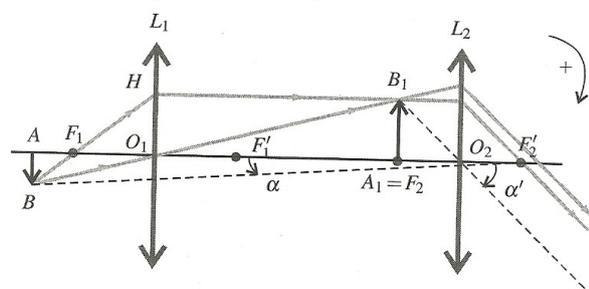
- ✓ Un échantillon généralement préparé sur une lame en verre et recouvert d'une lamelle en verre est placé sur la platine.
- ✓ Il est éclairé par en dessous à l'aide d'une lanterne, et un diaphragme de champ permet de limiter la zone éclairée à la zone d'intérêt sur la lamelle.
- ✓ Un premier système optique, appelé objectif, réalise alors une image agrandie de l'objet sur la lamelle. On lui donne le nom d'image intermédiaire.
- ✓ Un second système optique, appelé oculaire, produit alors à partir de l'image intermédiaire une image finale renvoyée à l'infini afin que l'œil humain puisse mener des observations sans accommoder et donc sans fatigue.

On peut réduire la construction du microscope à un schéma simple constitué de deux lentilles minces convergentes :

- ✓ Une première lentille L_1 joue le rôle d'objectif et construit à partir de l'objet AB une image intermédiaire A_1B_1 .
- ✓ Une seconde lentille L_2 joue le rôle d'oculaire et construit à partir de l'image intermédiaire A_1B_1 l'image finale renvoyée à l'infini $A_\infty B_\infty$.



Représentation légendée d'un microscope réel.



En vous aidant du schéma réalisé ci-dessus pour le modèle à deux lentilles :

- Rappeler où doit se situer l'image intermédiaire pour que l'image finale soit renvoyée à l'infini.

On appelle intervalle optique, noté Δ , la distance algébrique du foyer image de l'objectif F_1' au foyer objet de l'oculaire F_2 .

- Déterminer la position de l'objet AB pour que l'image intermédiaire soit positionnée comme vue précédemment.
- Déterminer alors le grandissement γ_1 réalisé par l'objectif, puis l'angle α' sous lequel l'image finale est vue par l'utilisateur en fonction de \overline{AB} , Δ , f_1' et f_2' .

Optique 3 : l'œil ; le microscope**2.2. Mise en œuvre pratique.**

On va utiliser pour les lentilles minces modélisant l'objectif et l'oculaire des lentilles convergentes de distances focales $f_1' \approx 10\text{cm}$ pour la lentille objectif L_1 et $f_2' \approx 20\text{cm}$ pour la lentille oculaire L_2 .

Placement de l'objectif :

- Placer la lentille L_1 sur le banc et réaliser l'image intermédiaire avec un grandissement γ_1 environ égal à -2.
- Mesurer les distances objet objectif « $\overline{O_1A}$ » et la distance objectif image intermédiaire « $\overline{O_1A_1}$ », donner alors la valeur mesurée du grandissement γ_1 correspondant à la configuration réalisée et la valeur mesurée de l'intervalle optique Δ c'est à dire la distance $\overline{F_1'A_1} = \overline{F_1'F_2'}$

Placement de l'oculaire :

- Placer la lentille oculaire L_2 sur le banc de manière à ce qu'elle renvoie une image finale à l'infini.
- Observer directement à l'œil l'image produite par la lentille L_2 et vérifier qu'elle est nette sans accommoder.
- Placer l'œil modèle (au repos) sur le banc d'optique et vérifier que l'image obtenue sur la rétine est nette.
- Déplacer l'œil le long du banc d'optique et présenter les observations faites sur l'image finale obtenue sur la rétine en fonction de sa position par rapport à l'objectif.

Localisation du cercle oculaire :

Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif à travers l'oculaire.

- Etablir un protocole pour déterminer la position du cercle oculaire du microscope que vous venez de réaliser et le mettre en œuvre expérimentalement.
- Quelles observations peut-on alors faire sur la concentration spatiale de la lumière sortant du microscope lorsqu'on déplace un écran derrière l'objectif ? En déduire la position idéale pour obtenir une image finale de l'objet la plus lumineuse possible et donc pour placer l'œil.

2.3. Etude des caractéristiques du microscope réalisé sur le banc d'optique.

On caractérise un microscope par plusieurs paramètres permettant d'en définir la performance.

Puissance optique du microscope :

La plus directement liée à ses caractéristiques intrinsèques est la puissance optique donnant le lien entre la taille de l'image en sortie et la taille de l'objet initial :

- Redonner, ou retrouver à partir de la phrase précédente, la définition de la puissance optique P du microscope.
- Etablir son expression littérale en fonction de Δ , f_1' et f_2' . En déduire la puissance théorique du microscope construit.
- Mesurer la taille de l'objet en entrée, et étudier votre œil modèle pour établir l'angle sous lequel l'objet est vu en sortie du microscope. Evaluer alors la puissance optique mesurée du microscope et comparer à la valeur attendue.

Grossissement commercial du microscope :

La puissance n'étant pas un paramètre facilement compréhensible par un utilisateur amateur du microscope, on lui préfère souvent le grossissement commercial donnant alors une idée du grossissement de l'objet observé avec le microscope par rapport à l'objet observé à l'œil nu.

- Déterminer l'angle α sous lequel est vu un objet par un observateur qui se place à une distance minimale d_{\min} tout en gardant une image nette de l'objet.
- Donner la relation donnant la définition du grossissement commercial du microscope et établir son expression en fonction de Δ , f_1' et f_2' et de d_{\min} . Evaluer alors le grossissement commercial attendu.
- Evaluer le grossissement obtenu expérimentalement et comparer à la valeur attendue.

Matériel :

- Banc optique gradué
- Mètre ruban
- Lampe de bureau
- Lanterne + verre dépoli + Lettre "P"
- Écran
- 4 cavaliers
- Structure d'œil fictif
- Lentilles minces convergentes et divergentes sur supports ($f' = 10\text{cm}$ et $f' = 20\text{cm}$)
- Lentilles minces convergentes et divergentes dans la boîte (jaune-jaune, rouge-rouge).
- Miroir plan dans la boîte
- 2 ou 3 Supports vides avec bague métallique