

DM 1 : Révisions d'optique géométrique

PARTIE I : MICROSCOPE OPTIQUE

Le microscope est modélisé sur la figure 1, par un système de deux lentilles minces convergentes, l'une constituant l'objectif (lentille L_1 de centre O_1 et de distance focale image $f_1' = 5 \text{ mm}$), et l'autre constituant l'oculaire (lentille L_2 de centre O_2 et de distance focale image $f_2' = 15 \text{ mm}$).

On fixe $O_1 O_2 = D_0 = 120 \text{ mm}$. On choisit le sens positif dans le sens de propagation de la lumière.

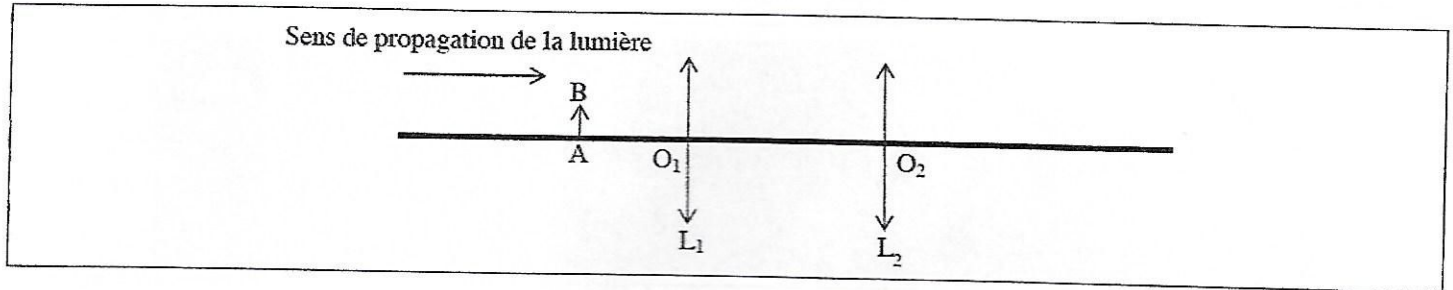


Figure 1

1. On suppose que le microscope est utilisé dans les conditions de Gauss.

- Rappeler ce que sont ces conditions et expliquer pourquoi le microscope est utilisé dans ces conditions.
- Comment ces conditions peuvent-elles être réalisées en pratique ?

2. Si F_1' est le foyer image de L_1 et F_2 le foyer objet de L_2 , on définit l'intervalle optique par la grandeur algébrique $\Delta = \overline{F_1' F_2}$. Exprimer Δ en fonction de f_1' , f_2' , D_0 , puis calculer sa valeur.

Un objet réel AB perpendiculaire à l'axe optique est éclairé et placé à une distance d de L_1 , à sa gauche, de façon à ce que l'image $A'B'$ donnée par l'objectif, appelée image intermédiaire, se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire. L'observation se fait à l'œil placé au contact de l'oculaire. L'œil est supposé emmétrorpe (sans défauts).

- Exprimer d en fonction de f_1' et Δ , puis calculer sa valeur.
- Exprimer le grandissement γ_1 induit par l'objectif en fonction de f_1' et Δ , puis calculer sa valeur.
- Quel est l'intérêt pour l'observateur de cette position de l'objet ?
- Faire une construction géométrique faisant apparaître l'objet, l'image intermédiaire, ainsi que l'angle α' sous lequel est observée l'image finale à travers le microscope.
- Le grossissement commercial du microscope est défini par $G = \left| \frac{\alpha'}{\alpha} \right|$ où α est l'angle sous lequel serait vu l'objet à l'œil nu placé à une distance $D = 250 \text{ mm}$. L'objet étant de très petite taille, ces deux angles seront bien sûr très faibles. Exprimer G en fonction de Δ , D , f_1' et f_2' , puis calculer sa valeur.

On utilise ce microscope pour mesurer l'épaisseur e d'une mince lame de verre à faces parallèles, d'indice $n = 1,5$.

On colle une petite pastille bleue (B) sur la face gauche de la lame et une petite pastille rouge (R) sur sa face droite.

On positionne d'abord la lunette (ensemble objectif + oculaire) du microscope de façon à faire la mise au point sur la pastille rouge (Figure 2, Position 1). Puis, grâce à une vis micrométrique, on translate la lunette d'une distance ε , de façon à faire la mise au point sur l'image de la pastille bleue (Figure 2, Position 2) :

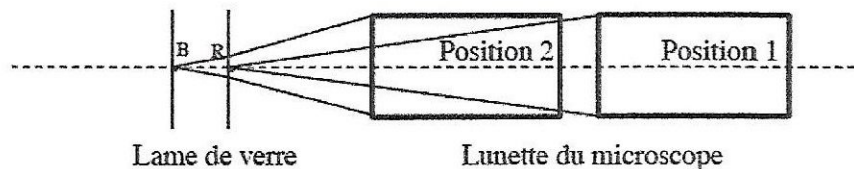


Figure 2

La figure 3 ci-dessous montre la position 2 de la vis micrométrique, la position 1 correspondant à un affichage de 12,90 mm.

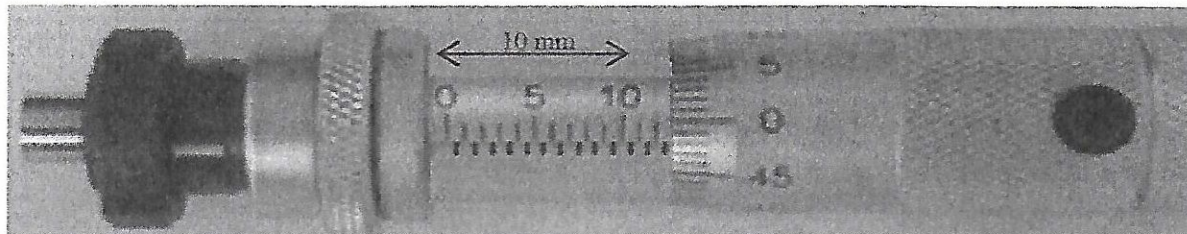


Figure 3

La figure 4 rappelle le principe de la lecture sur une vis micrométrique.

La vis micrométrique est graduée de millimètre en millimètre sur la partie supérieure ; et à la partie inférieure, les graduations indiquent les demi-millimètres.

Chaque rotation complète du tambour vernier (partie droite) modifie l'écartement de la vis micrométrique (partie gauche) de 0,5 mm.

Le tambour vernier est gradué de 0 à 50, chaque graduation représente donc un déplacement de la vis micrométrique de 1/100 de millimètre ($0,50 \text{ mm}/50 = 0,01 \text{ mm}$).

Des exemples de lecture sont donnés ci-dessous.

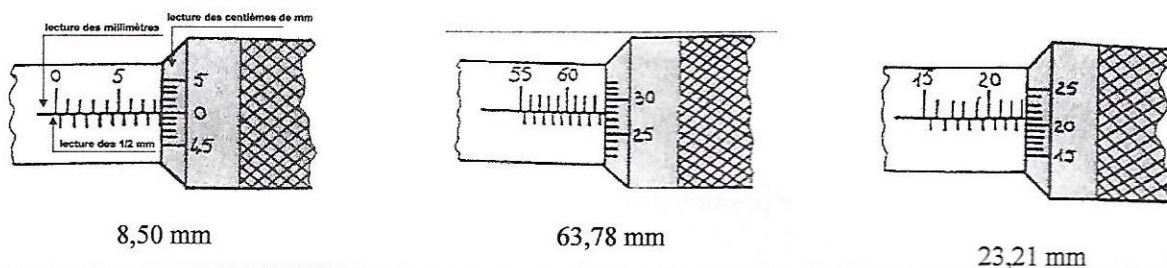


Figure 4

8. Déterminer la valeur mesurée de ε en mm, avec une estimation de l'incertitude de mesure.

9. En tenant compte du phénomène de réfraction et en considérant les rayons lumineux très peu inclinés par rapport à l'axe optique, exprimer e en fonction de n et ε , puis calculer sa valeur et son incertitude.