

OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE

Un client botaniste vous demande de lui expliquer la notice du microscope qu'il vient d'acquérir.

Dans le descriptif, vous notez que le coffret contient :

- 3 objectifs achromatiques de grandissement transversal g_{ob} et d'ouverture numérique $nsinu$,
- 3 oculaires de Huyghens, de même symbole et de grossissement commercial G_{oc} .

L'intervalle optique $D = F'_{ob}F_{oc}$ vaut 170mm et le diaphragme d'ouverture DO de l'instrument est en F'_{ob} .



L'instrument est réglé pour donner d'un objet AB, une image $A'B'$ à $l'∞$. La pupille d'entrée de l'œil de l'observateur, de diamètre 3mm, est située dans le plan du cercle oculaire de l'instrument.

La question V est totalement indépendante des précédentes.

I. L'ETUDE DE L'OCULAIRE

- 1/ L'oculaire est constitué de 2 lentilles minces convergentes, L_1 et L_2 et a pour symbole 3-2-1. Exprimer sa distance focale f'_{oc} ainsi que la distance focale f'_2 du verre d'œil, en fonction de G_{oc} .
- 2/ Déterminer les éléments cardinaux de l'oculaire (f'_{oc} , f'_2 , f'_1 , e) pour $G_{oc} = 10$.
- 3/ La condition d'achromatisme apparent est-elle vérifiée par cet oculaire ?

II. PRINCIPE DU MICROSCOPE

- 1/ Définir la puissance instrumentale P du microscope. Exprimer P en fonction de g_{ob} et G_{ob} .
- 2/ Que peut-on dire de cette puissance ? En déduire l'expression du grossissement commercial G_c du microscope en fonction de g_{ob} et G_{oc} .
- 3/ Calculer P et G_c , pour un objectif de grossissement 10 et un oculaire de distance focale 25mm.
- 4/ L'objectif précédent est aplanétique, son ouverture numérique est de 0,25. Calculer le rayon R_{co} du cercle oculaire (pour $f'_{oc} = 25$ mm). Comment varie R_{co} en fonction de G_c ?

III. ETUDE DES PERFORMANCES DE L'INSTRUMENT

Le constructeur précise pour le microscope les caractéristiques suivantes :

- a) grossissement 30x à 600x
- b) limite de résolution 0,45 μ m.

Sur la notice, on trouve également le tableau ci-joint :

Objectifs		Oculaires
Grandissement	Ouverture numérique	Grossissement
5x	0,10	6x
10x	0,25	10x
40x	0,65	15x

1/ Comment expliquer la première caractéristique ? En déduire les valeurs minimum et maximum de R_{co} .

2/ Calculer la limite de la résolution de l'ensemble microscope-œil, dans le cas grossissement maximum. Prendre $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$ si nécessaire et $\varepsilon = 4.10^{-4}$ rd pour la limite de résolution de l'œil nu.

IV. ETUDE DES CHAMPS DE L'ASSOCIATION MICROSCOPE-ŒIL

On considère l'association objectif 10x – oculaire 10x.

1/ L'oculaire, de symbole 3-2-1, comporte un diaphragme de champ D_c de diamètre 15mm éliminant le champ de contour. Où est-il placé ?

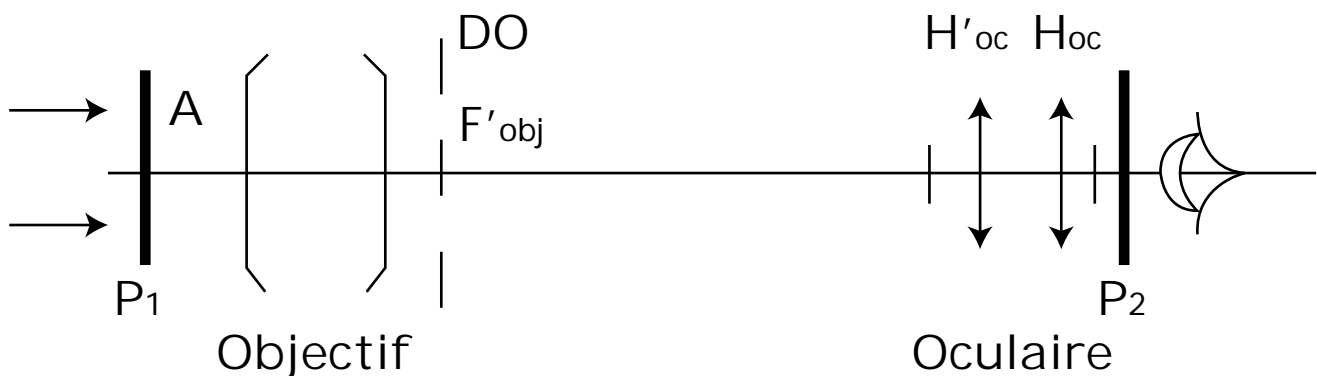
2/ Calculer le diamètre du champ de pleine lumière dans le plan objet.

3/ Tracer, à partir du diaphragme d'ouverture, la marche réelle à travers l'oculaire, du faisceau utile relatif à un point situé au bord du champ de pleine lumière (échelle axiale 1/1, transversale 4/1). En déduire, sans calcul, le diamètre minimum à donner aux montures de verres de champ et d'œil de l'oculaire.

V. OBSERVATION EN LUMIÈRE POLARISÉE

Le microscope est livré avec un jeu de 2 filtres polaroïds identiques P_1 et P_2 . Le filtre P_2 se place dans l'oculaire ; son axe peut tourner par rotation de l'oculaire dans le tube. P_1 se place entre la source d'éclairage et l'objet ; son axe est fixe et orienté à 45° du plan du schéma.

L'éclairage sera supposé monochromatique ($\lambda = 0,5 \mu\text{m}$) et la vibration considérée se propage suivant l'axe du microscope.



1) 1-1) Quelle est la nature de la lumière émergeant de P1 et éclairant le plan objet [A] ? En l'absence de préparation dans le plan [A], pour quelle orientation de l'axe P2 l'intensité I transmise à l'œil est-elle maximum. Soit I_M cette valeur.

1-2) Comment varie l'intensité I en fonction de I_M et de l'angle θ que font les axes de P1 et P2 ? Quel est le nom de la loi physique utilisée ? Pour quelle valeur de θ observera-t-on une extinction ?

2) Les axes de P1 et P2 sont perpendiculaires ; on introduit en A une préparation contenant des éléments biréfringents. On assimilera chacun de ces éléments situés en A à une mince lame à faces parallèles, taillée parallèlement aux lignes neutres ; les lignes neutres sont à 45° des axes des polaroïds.

2-1) Soit e l'épaisseur et Δn la biréfringence de l'élément A. Quelle est la nature de la lumière qu'il transmet ? On prendra $e = \mu\text{m}$ et $\Delta n = 10^{-2}$.

2-2) Quel est le rôle de P2 et que va-t-on observer ? Réponse qualitative.