

# 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 $\mu$ 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 ?

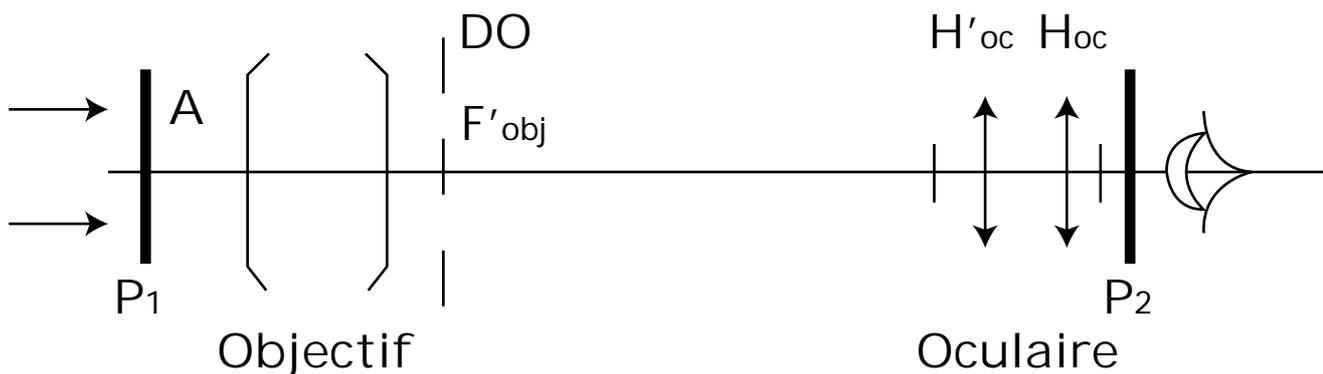
2/ Calculer le diamètre du champ de pleine lumière dans le plan objet.

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  $45^\circ$  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  $\theta$  que font les axes de P1 et P2 ? Quel est le nom de la loi physique utilisée ? Pour quelle valeur de  $\theta$  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  $45^\circ$  des axes des polaroïds.

2-1) Soit  $e$  l'épaisseur et  $\Delta n$  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.