

# BTS OPTICIEN LUNETIER

## OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U.42

### SESSION 2025

\_\_\_\_\_

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 3**

\_\_\_\_\_

#### **Matériel autorisé**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

**Tout autre matériel est interdit.**

#### **Document à rendre obligatoirement avec la copie**

Document réponse .....page 7/7

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

**Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.**

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2025
Optique géométrique et physique – U.42	Code : 25OLOGPH	Page : 1/7

Un client, passionné de nature, vient d'acheter chez un opticien un microscope de poche pour observer des ailes de papillon. La notice technique de celui-ci donnée ci-dessous étant assez succincte, il pose des questions sur le grossissement, le champ et la résolution de cet instrument à l'opticien.



SPÉCIFICATIONS DU PRODUIT

Grossissement :	100-250x	Batterie :	1 pile AA
Poids :	82 g	Accessoires :	Clip pour smartphone, 1 glissière vierge avec lamelle et dragonne
Dimensions :	3,8 x 2,5 x 14 cm		

Document 1 : notice technique

En contactant le fabricant, l'opticien réussit à avoir quelques informations complémentaires.

L'instrument est composé de trois lentilles, supposées minces, placées dans l'air :

- un objectif fixe,  $L_0$ , de distance focale image  $f'_0 = 5\text{ mm}$  et de centre optique  $O_0$  ;
- un doublet oculaire composé des lentilles  $L_1$  et  $L_2$ , de distances focales images identiques  $f'_1 = f'_2 = 32\text{ mm}$  et de centres optiques respectifs  $O_1$  et  $O_2$ .

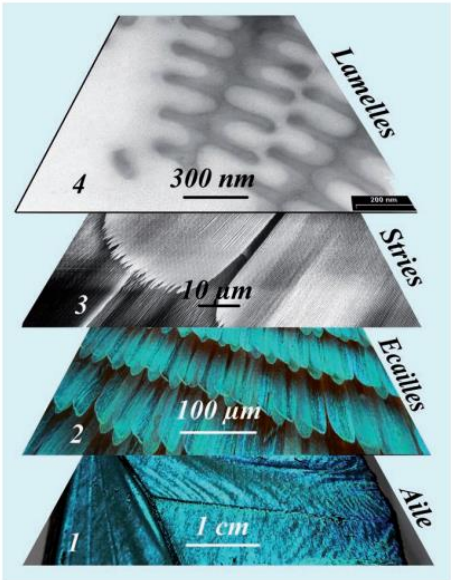
La distance entre les lentilles  $L_1$  et  $L_2$  est variable, par déplacement de  $L_1$ , afin de faire varier la valeur du grossissement du microscope. La lentille  $L_2$  est fixe.

La distance entre les centres optiques de  $L_0$  et de  $L_2$  est  $\overline{O_0O_2} = 130\text{ mm}$ .

Dans l'ensemble du sujet, l'observateur sera considéré comme un **emmétrope n'accommodant pas**.



Document 2 : papillon Morpho échelle 1



Document 3 : les différentes échelles d'observations des ailes des Morphidae et leurs unités de mesure  
Source : Serge Berthier. Photonique des Morphos

***Les quatre parties de cet énoncé sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.***

**Barème**

Partie 1 – Grossissement (5,5 points)

Partie 2 – Champs (6 points)

Partie 3 – Résolution (4 points)

Partie 4 – Observation (4,5 points)

## PARTIE 1 – GROSSISSEMENT (5,5 POINTS)

L'oculaire est composé des lentilles  $L_1$  et  $L_2$ , de distances focales images  $f'_1 = f'_2 = 32$  mm. La distance  $e$  entre  $L_1$  et  $L_2$  peut varier de 12,80 mm à 43,52 mm.

$F_0, F_1, F_2$  et  $F_{oc}$  sont les foyers objets de, respectivement,  $L_0, L_1, L_2$  et l'oculaire entier.

$F'_0, F'_1, F'_2$  et  $F'_{oc}$  sont les foyers images de, respectivement,  $L_0, L_1, L_2$  et l'oculaire entier.

1. Compléter, sur le **document réponse DR1**, les positions particulières des conjugués sur la chaîne d'images fournie. On commencera par déterminer la position de  $A'B'$ .
2. Calculer les valeurs extrêmes  $f'_{oc\ min}$  et  $f'_{oc\ max}$  que peut prendre la distance focale image de l'oculaire  $f'_{oc}$ .

Pour la suite, on considérera que  $f'_{oc}$  peut varier entre 20 mm et 50 mm.

3. En déduire les valeurs extrêmes  $G_{c\ oc\ min}$  et  $G_{c\ oc\ max}$  que peut prendre le grossissement commercial de l'oculaire.

Le grossissement commercial du microscope sera noté  $G_{c\ micro}$ , le grandissement transversal de l'objectif  $g_{yo}$  et le grossissement commercial de l'oculaire  $G_{c\ oc}$ .

Pour la suite, on utilisera la relation suivante :  $G_{c\ micro} = |G_{c\ oc} \times g_{yo}|$ .

La position de l'image  $A_0B_0$  est telle que  $\overline{F'_0A_0} = 100$  mm.

On rappelle que  $f'_0 = 5$  mm.

4. Calculer la position de l'objet  $AB$  ainsi que le grandissement transversal  $g_{yo}$  de l'objectif.

On donne, pour la suite,  $G_{c\ oc} = 12,5$  et  $g_{yo} = -20$ .

5. Indiquer, en justifiant, si la valeur du grossissement commercial du microscope, calculée à l'aide des données précédentes, correspond à une indication de la notice technique.

## PARTIE 2 – CHAMPS (6 POINTS)

Le diaphragme d'ouverture  $D_o$  du microscope est placé dans le plan focal image  $[F'_0]$  de l'objectif  $L_0$ . Son diamètre est  $2R_0 = 4$  mm.

La distance focale image de l'objectif et le grandissement transversal sont respectivement  $f'_0 = 5$  mm et  $g_{yo} = -20$ .

La distance focale image de l'oculaire est  $f'_{oc} = 20$  mm. De plus,  $\overline{O_1O_2} = 12,8$  mm,  $\overline{O_1F'_{oc}} = -12$  mm et  $\overline{O_0O_2} = 130$  mm.

Le diaphragme de champ  $D_c$  est la monture de  $L_1$ , de diamètre  $2R_1 = 10$  mm.

L'étude des champs sera faite dans l'espace situé entre l'objectif  $L_0$  et l'oculaire.

1. Placer, sur le **document réponse DR2**, le plan des champs [PdC].
2. Déterminer, sur le **document réponse DR2**, la limite du champ de pleine lumière et indiquer sa valeur  $r_{0\ pl}$  au-dessus du schéma.

- Montrer que l'intervalle optique est  $\Delta = \overline{F'_o F_{oc}} = 100,2 \text{ mm}$  et calculer la grandeur du champ de pleine lumière  $2r_{0\text{pl}}$  dans le plan de l'image  $A_0B_0$ .

Pour la suite, on utilisera  $2r_{0\text{pl}} = 8,5 \text{ mm}$ .

- En déduire les champs objet  $2r_{\text{pl}}$  et image  $2\omega'_{\text{pl}}$  de pleine lumière.
- Indiquer la position et le diamètre du diaphragme qui permet d'éliminer le champ de contour.
- Déterminer, à l'aide du document 3, la largeur réelle d'une écaille d'aile de papillon. En déduire le nombre maximum d'écailles que l'observateur peut voir dans la largeur du champ.

### PARTIE 3 – RÉOLUTION (4 POINTS)

La limite de séparation de l'œil de l'observateur est  $\varepsilon' = 4 \times 10^{-4} \text{ rad}$ .

La limite de résolution du microscope imposée par la diffraction est  $AB_{\text{min diff}} = \frac{1,22 \lambda}{2 O.N.}$  avec  $O.N.$  l'ouverture numérique et  $\lambda$  la longueur d'onde.

Le grandissement transversal de l'objectif est  $g_{yo} = -20$ .

La puissance du microscope est  $|P_{\text{micro}}| = 1\,000 \delta$ .

- Calculer la limite de résolution, dans l'espace objet, due à l'observateur  $AB_{\text{min obs}}$ .
- Calculer la limite de résolution, dans l'espace objet, due à la diffraction  $AB_{\text{min diff}}$ . On utilisera une longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$  et une ouverture numérique  $O.N. = 0,4$ .
- Vérifier que la limite de résolution, dans l'espace objet, due à l'observateur et au microscope est environ  $AB_{\text{min}} = 0,839 \mu\text{m}$ .
- Indiquer, en justifiant, si l'observateur peut, avec ce microscope de poche, séparer les stries des écailles de l'aile du papillon distantes de  $0,6 \mu\text{m}$ .

### PARTIE 4 – OBSERVATION (4,5 POINTS)

Pour simplifier, nous considérerons les écailles des ailes du papillon comme des lames minces à faces planes et parallèles, d'épaisseur  $d$ , étudiées en réflexion sous incidence quasi-nulle.

L'indice de la lame, noté  $n$ , est égal à 1,5.

- Compléter, sur le **document réponse DR3**, la marche du rayon tracé pour faire apparaître les deux rayons qui vont interférer en réflexion.
- Exprimer, en justifiant, la différence de marche  $\delta$ , en incidence nulle, entre les deux rayons réfléchis par la lame en fonction de l'indice  $n$ , l'épaisseur  $d$  et la longueur d'onde  $\lambda$ .

L'ordre d'interférence  $p$ , en incidence nulle, est donné par la formule suivante :

$$p = \frac{2 \times n \times d}{\lambda} + \frac{1}{2}$$

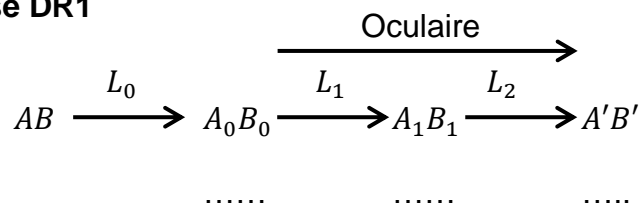
3. Indiquer, parmi les valeurs données ci-dessous, quelles valeurs de l'ordre d'interférence  $p$  permettent que l'intensité lumineuse des interférences soit maximale :  $p = 1 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,7 ; 2 ; 2,2 ; 2,5$ .
4. Dédire de l'expression de l'ordre d'interférence la valeur minimale de  $d$  pour que l'intensité lumineuse de la longueur d'onde  $\lambda = 450 \text{ nm}$  soit maximale.

L'épaisseur  $d$  de la lame est égale à  $0,225 \text{ }\mu\text{m}$ .

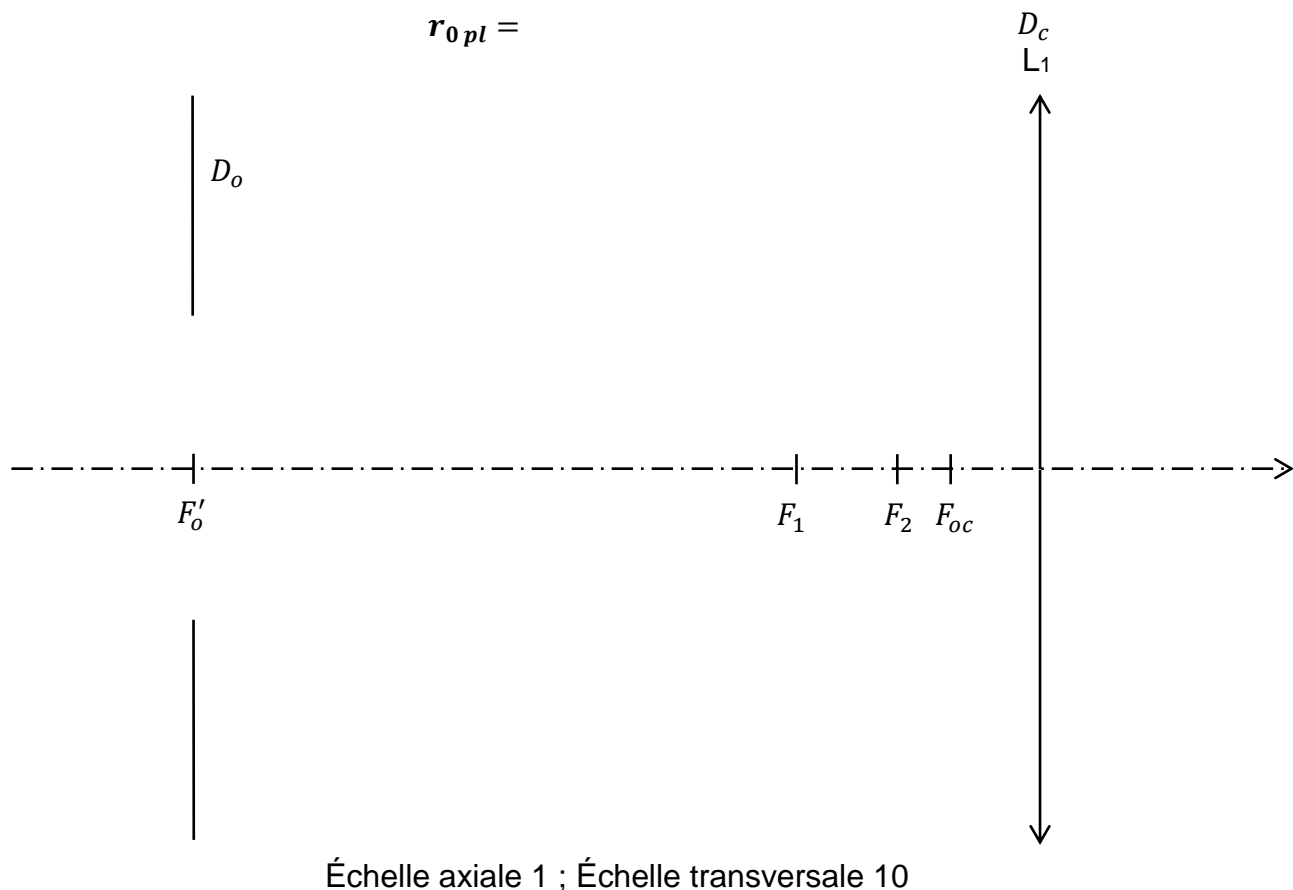
5. Calculer les valeurs de  $p$  correspondant au bleu ( $\lambda = 450 \text{ nm}$ ) et au rouge ( $\lambda = 675 \text{ nm}$ ). Conclure sur les intensités lumineuses du bleu et du rouge, ainsi que sur la couleur prédominante de l'aile du Morpho éclairée en lumière blanche sous incidence nulle.

**DOCUMENT RÉPONSE**  
(à rendre avec la copie)

**Document réponse DR1**



**Document réponse DR2**



**Document réponse DR3 (angle d'incidence exagéré)**

