

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 réponsepage 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 .

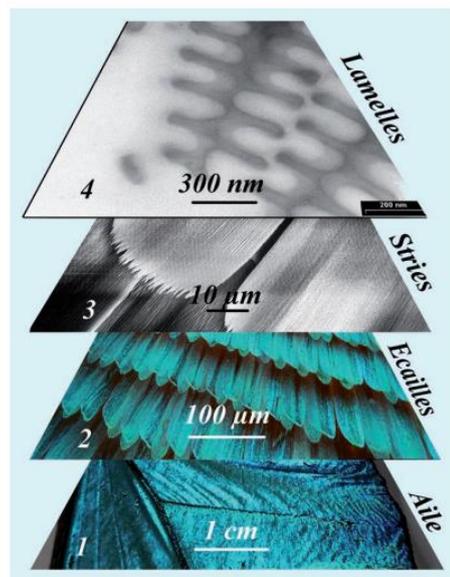
La distance entre les lentilles L_1 et L_2 est variable, par déplacement de L_1 , afin de faire varier la valeur du grossissement du microscope. La lentille L_2 est fixe.

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.

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

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

4. En déduire les champs objet $2r_{pl}$ et image $2\omega'_{pl}$ de pleine lumière.
5. Indiquer la position et le diamètre du diaphragme qui permet d'éliminer le champ de contour.
6. 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 $\varepsilon' = 4 \times 10^{-4}$ rad.

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

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

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

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

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.

1. Compléter, sur le **document réponse DR3**, la marche du rayon tracé pour faire apparaître les deux rayons qui vont interférer en réflexion.
2. Exprimer, en justifiant, la différence de marche δ , 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 λ .

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

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

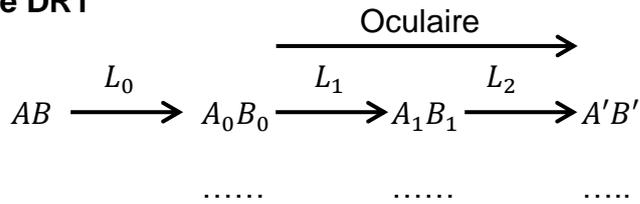
3. Indiquer, parmi les valeurs données ci-dessous, quelles valeurs de l'ordre d'interférence p permettent que l'intensité lumineuse des interférences soit maximale : $p = 1 ; 1,2 ; 1,5 ; 1,7 ; 2 ; 2,2 ; 2,5$.
4. Dédurre de l'expression de l'ordre d'interférence la valeur minimale de d pour que l'intensité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

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

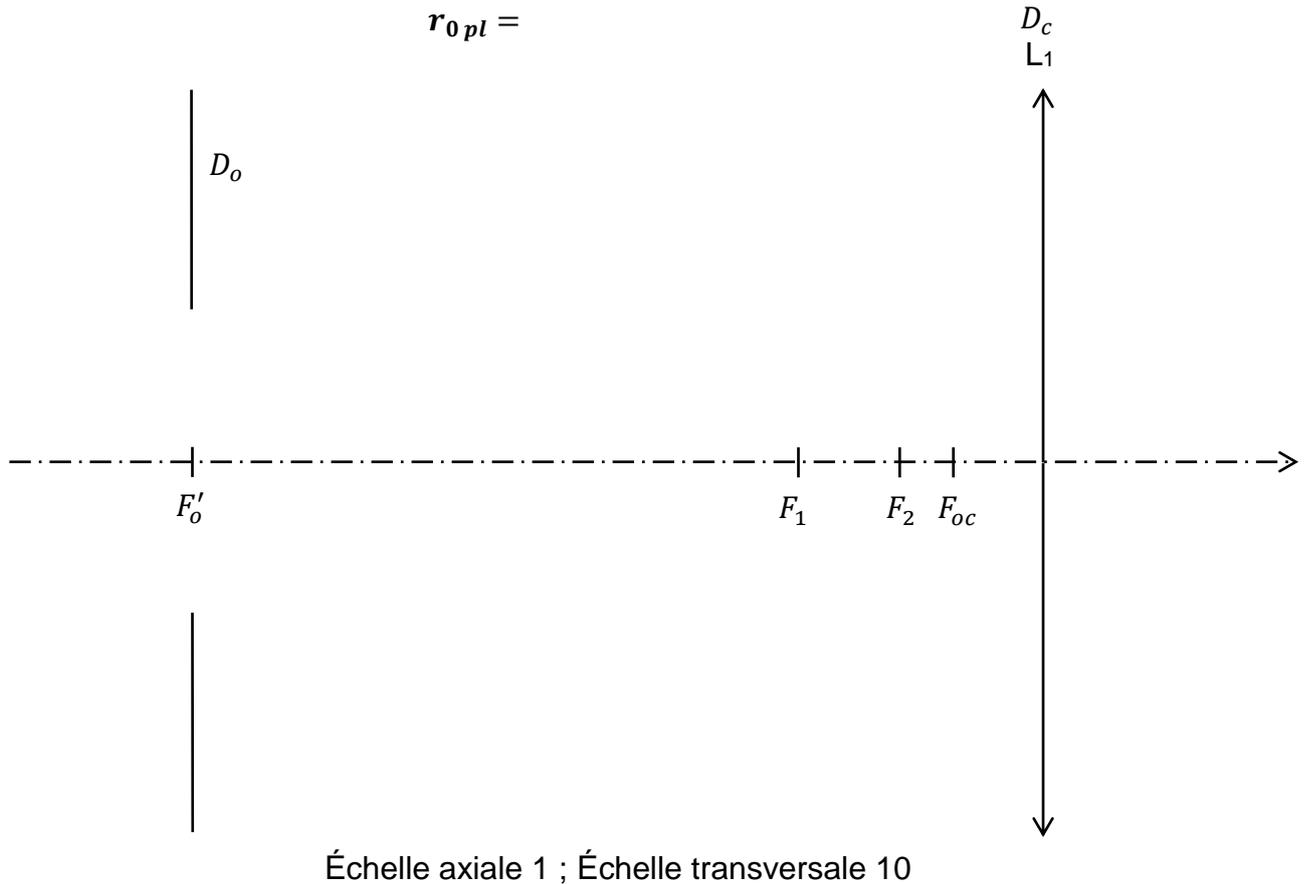
5. Calculer les valeurs de p correspondant au bleu ($\lambda = 450 \text{ nm}$) et au rouge ($\lambda = 675 \text{ nm}$). Conclure sur les intensités lumineuses du bleu et du rouge, ainsi que sur la couleur prédominante de l'aile du Morpho éclairée en lumière blanche sous incidence nulle.

DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre avec la copie)

Document réponse DR1



Document réponse DR2



Document réponse DR3 (angle d'incidence exagéré)

