

BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U. 42

SESSION 2016

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé :

- toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- document-réponse 1.....page 6/7
- document-réponse 2.....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 2016
Optique géométrique et physique – U. 42	Code : OLOGPH	Page : 1/7

Les parties A et B sont indépendantes.

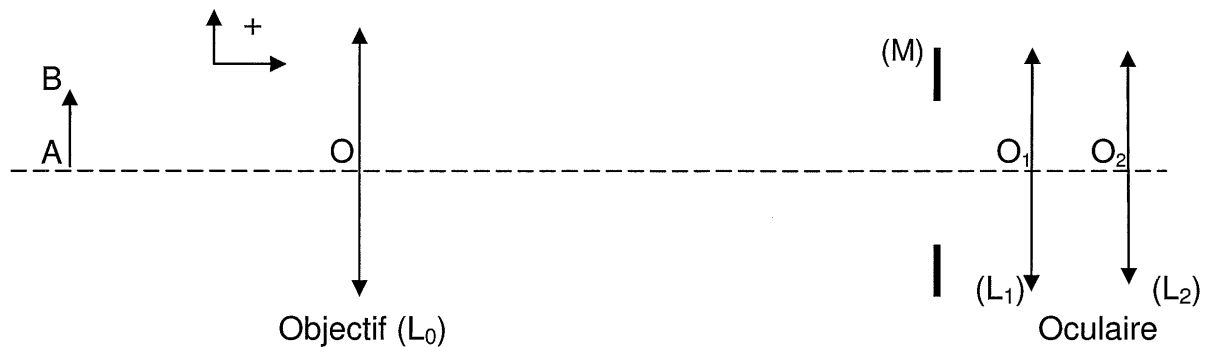
PARTIE A

Étude d'un instrument d'optique.

En vue d'une commande spéciale, un opticien construit un viseur composé d'un objectif (L_0) et d'un oculaire micrométrique. L'oculaire micrométrique est composé d'un micromètre (M) et de deux lentilles minces (L_1) et (L_2).

Le micromètre (M) comporte 100 graduations équidistantes gravées sur une lame de verre d'épaisseur négligeable et réparties sur un diamètre $2R_C = 10$ mm.

L'instrument est mis au point sur un objet réel AB.



L'objectif (L_0), de centre optique O, est une lentille mince convergente de vergence $D_{ob} = 10,0 \delta$.

L'oculaire est un doublet de lentilles de symbole (3, 2, 3). Il a pour grossissement commercial $G_{Coc} = 10$.

On note O_1 et O_2 , les centres optiques respectifs des lentilles minces (L_1) et (L_2) constituant l'oculaire et f'_1 et f'_2 les distances focales images de ces deux lentilles.

Le paramètre a de l'oculaire est donc donné par la formule $a = \frac{f'_1}{3} = \frac{O_1O_2}{2} = \frac{f'_2}{3}$.

L'objectif (L_0) forme une image A_1B_1 d'un objet AB situé à distance finie. On règle la distance OO_1 , entre l'objectif et la première lentille de l'oculaire, pour amener l'image A_1B_1 dans le plan du micromètre.

On propose la chaîne des objets et images suivante :

AB (objectif) \rightarrow A_1B_1 (oculaire) \rightarrow $A'B'$

L'œil de l'observateur est centré sur l'axe optique de l'instrument. Il est emmétrope et n'accommode pas.

1) Étude de l'objectif.

L'objectif de vergence $D_{ob} = 10,0 \delta$ est en réalité un achromat constitué de deux lentilles (L'_o) et (L''_o) accolées et considérées comme minces. On appelle D'_o et D''_o les vergences respectives des lentilles (L'_o) et (L''_o).

Le nombre d'Abbe de la lentille (L'_o) est $\nu'_o = 57,8$ et celui de la lentille (L''_o) est $\nu''_o = 33,5$.

1-1) Écrire la condition d'achromatisme axial d'un ensemble de deux lentilles minces accolées.

1-2) Calculer les vergences D'_o et D''_o de l'achromat.

1-3) Sachant que la lentille (L'_o) est équiconvexe et que son indice de réfraction pour la moyenne du doublet jaune du sodium est $n'_o = 1,510$ calculer ses rayons de courbure R_1 et R_2 . On prendra $D'_o = + 23,8 \delta$.

2) Étude de l'oculaire constitué des lentilles minces L_1 et L_2 .

2-1) Calculer la puissance intrinsèque de l'oculaire P_{ioc} et vérifier que sa distance focale image f'_{oc} a pour valeur 25 mm.

2-2) Calculer le paramètre a (exprimé en mm) de l'oculaire.

Vérifier que la lentille (L_1) a pour distance focale image $f'_1 = 33,3$ mm puis calculer la distance focale image f'_2 de la lentille (L_2) ainsi que la distance $e = O_1O_2$.

2-3) Déterminer, graphiquement, sur un schéma à l'échelle axiale 2, la position des éléments cardinaux F_{oc} , F'_{oc} , H_{oc} et H'_{oc} de l'oculaire.

2-4) Calculer la distance frontale objet de l'oculaire $\overline{O_1F'_{oc}}$.
L'oculaire est-il positif ou négatif ? On justifiera la réponse.

2-5) Les lentilles (L_1) et (L_2) sont réalisées dans le même verre.
L'oculaire est-il achromatique apparent ? On justifiera la réponse.

3) Étude de l'instrument constitué des lentilles minces L_0 , L_1 et L_2 .

On vise un objet réel AB. A est situé sur l'axe. $\overline{OA} = - 0,50$ m.

3-1) Calculer, par rapport au point O, la position de l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif. On calculera $\overline{OA_1}$.

3-2) Calculer le grandissement transversal γ_{ob} de l'objectif.

3-3) L'image objective A_1B_1 recouvre 30 graduations du micromètre.
Quelle est la dimension de l'image A_1B_1 ?
En déduire la grandeur de l'objet AB visé.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2016
Optique géométrique et physique – U. 42	Code : OLOGPH	Page : 3/7

3-4) On rappelle que l'observateur est emmétrope et qu'il n'accommode pas.

a) Où est situé le micromètre (M), par rapport à O_1 , pour que l'observateur voit l'image instrumentale A'B' nette de l'objet AB confondue avec l'image (M') du micromètre ? On justifiera la réponse à l'aide de la chaîne d'images.

b) Calculer la distance OO_2 entre l'objectif et le verre d'œil (L_2).

3-5) La monture de l'objectif (L_o) joue le rôle de diaphragme d'ouverture (D.O) pour l'instrument.

Les lentilles (L_1) et (L_2) n'interviennent pas dans la limitation des champs.

La monture du micromètre joue le rôle de diaphragme de champ et limite le champ observable au champ de pleine lumière.

Tracer, **sur la feuille annexe 1 (document-réponse 1, page 6/7, à rendre avec la copie)**, à partir de l'objectif, la marche réelle du faisceau, traversant l'oculaire, s'appuyant sur les bords du diaphragme d'ouverture (D.O) et passant à la limite du champ de pleine lumière.

Échelle axiale x 1 ; échelle transversale non respectée.

3-6)

a) Définir la puissance P de l'instrument, puis, exprimer P en fonction de G_{Coc} et γ_{ob} .
Montrer que la valeur absolue de P vaut 10δ .

b) On rappelle que le diamètre de la monture du micromètre est $2R_C = 10 \text{ mm}$.
Calculer le champ objet de pleine lumière $2AB_{pl}$, puis, le champ apparent image de pleine lumière $2\omega'_{pl}$.

3-7) La limite angulaire de résolution de l'œil de l'observateur est $\varepsilon' = 4,2 \times 10^{-4} \text{ rad}$.
On néglige le phénomène de diffraction.

L'objet est toujours situé à 0,50 m de l'objectif.

Calculer, en micromètre, la dimension du plus petit objet observable AB_{min} .

PARTIE B

Les franges d'égalé inclinaison.

On se propose d'observer des franges d'interférences, d'égalé inclinaison par réflexion, à l'aide d'une lame de verre (L_v) placée dans l'air, d'épaisseur $e = 1,3000 \text{ mm}$ et d'indice $n = 1,5000$.

Le système est éclairé par une source de lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 600,00 \text{ nm}$.

BTS OPTICIEN LUNETIER		Session 2016
Optique géométrique et physique – U. 42	Code : OLOGPH	Page : 4/7

1) La lame (L_v) a ses deux faces parallèles. On examine les anneaux dans le plan focal image d'une lentille (L) de distance focale image $f' = 600$ mm.

Tracer, qualitativement, sur le schéma de principe de la feuille annexe 2 (document-réponse 2, page 7/7, à rendre avec la copie), la marche des premiers rayons réfléchis par chacune des faces de la lame de verre jusqu'au plan focal image [F'] de la lentille (L), pour un rayon incident d'angle d'incidence i par rapport à la normale à la lame.

2) Donner l'expression de la différence de marche δ_0 au centre des anneaux ($i = 0$) entre les deux rayons réfléchis, en précisant la présence ou non d'un terme de réflexion vitreuse.

3) L'ordre d'interférence au centre des anneaux p_0 est donné par la relation suivante : $p_0 = \frac{\delta_0}{\lambda}$

Calculer les deux valeurs numériques possibles de p_0 .

4) La relation permettant de calculer le rayon angulaire i des anneaux est :

$$i_k = \sqrt{\frac{n \cdot \lambda}{e}} \cdot \sqrt{p_0 - p_k}$$

L'angle i_k est exprimé en radians et p_k est l'ordre d'interférence du $k^{\text{ème}}$ anneau observable.

4-1) On prend pour l'ordre d'interférence au centre la valeur $p_0 = 6500,5$.

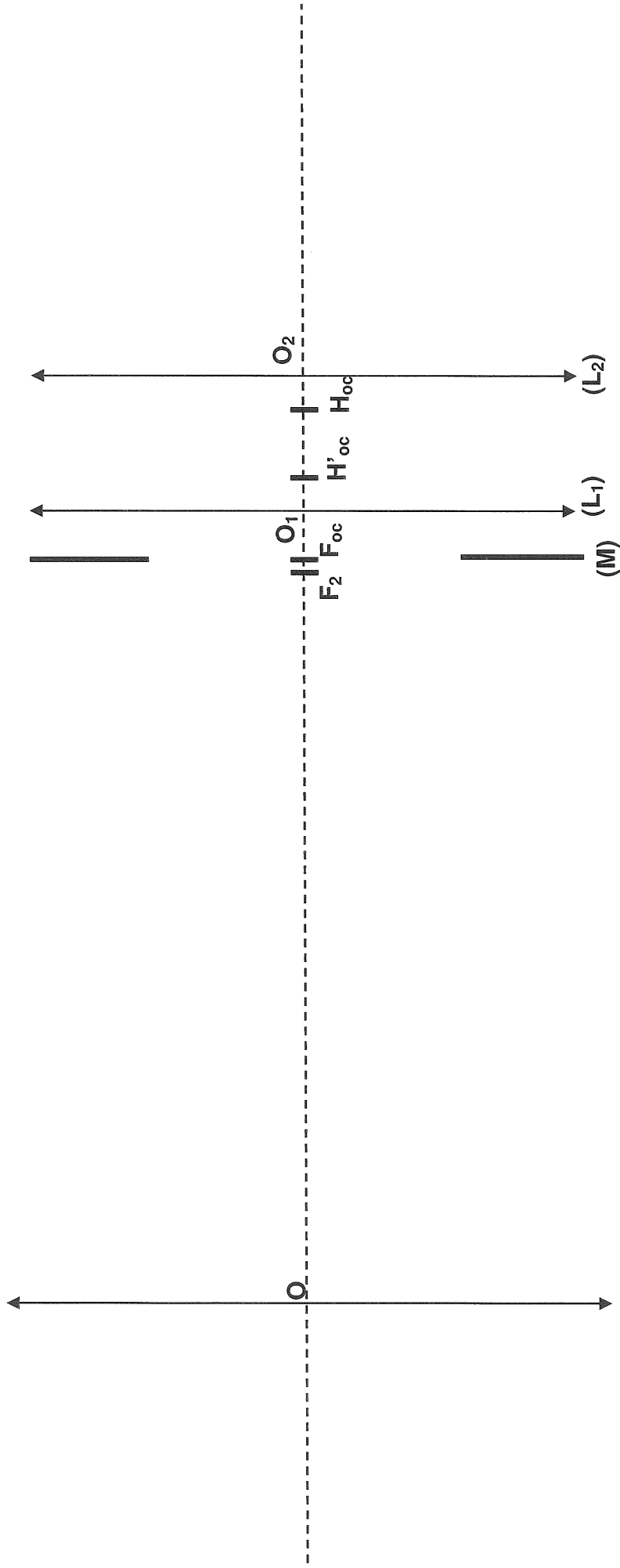
Donner, à partir du centre, la valeur de l'ordre d'interférence p_1 du premier anneau brillant observable et la valeur de l'ordre d'interférence p'_1 du premier anneau sombre observable.

4-2) Calculer le rayon angulaire i_1 du premier anneau brillant.

4-3) Calculer, dans le plan focal image de la lentille (L), le rayon R_1 du premier anneau brillant.

DOCUMENT-RÉPONSE 1
(À rendre avec la copie)

ANNEXE 1



Échelle axiale x 1.
Échelle transversale non respectée.

BTS OPTICIEN LUNETIER	Session 2016
Optique géométrique et physique – U. 42	Code : OLOGPH
	Page : 6/7

DOCUMENT-RÉPONSE 2
(À rendre avec la copie)

ANNEXE 2

