



BTS OPTICIEN LUNETIER
OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42
SESSION 2016

Note : ce corrigé n'a pas de valeur officielle et n'est donné qu'à titre informatif sous la responsabilité de son auteur par Acuité.

Proposition de corrigé par Rémi Louvet, professeur d'Optique géométrique et Physique au Lycée Technique Privé d'Optométrie de Bures-sur-Yvette

Co-Auteur de l'ouvrage :

« Exercices d'optique géométrique et physique 2^e édition »

Collection TEC&DOC - Editions Lavoisier



**INSTITUT
ET CENTRE
D'OPTOMÉTRIE**
INTERNATIONAL COLLEGE
OF OPTOMETRY



PARTIE A : Etude d'un instrument d'optique

1) Etude de l'objectif

1-1) La condition d'achromatisme d'un doublet de lentilles accolées est

$$\frac{D'_o}{v'_o} + \frac{D''_o}{v''_o} = 0$$

1-2) L'objectif étant composé de deux lentilles minces accolées, sa vergence est égale à la somme des deux vergences des lentilles L'_o et L''_o

$$D_{ob} = D'_o + D''_o$$

$$D_{ob} = D'_o + D''_o \Rightarrow D''_o = D_{ob} - D'_o$$

$$D''_o = 10 - D'_o$$

En remplaçant dans la condition d'achromatisme, on trouve

$$\frac{D'_o}{57,8} + \frac{10 - D'_o}{33,5} = 0 \Rightarrow \frac{33,5D'_o + 578 - 57,8D'_o}{57,8 \times 33,5} = 0$$

$$578 - 24,3D'_o = 0 \Rightarrow D'_o = \frac{578}{24,3} = 23,79\delta$$

$$D''_o = 10 - D'_o = 10 - 23,79 = -13,79\delta$$

1-3) L'_o étant mince, on peut écrire : $D'_o = (n'_o - 1) \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

Cette lentille étant équiconvexe, ses rayons de courbures sont opposés. La formule devient

$$D'_o = (n'_o - 1) \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{-R_1} \right)$$

$$D'_o = (n'_o - 1) \times \left(\frac{2}{R_1} \right) \Rightarrow R_1 = (n'_o - 1) \times \left(\frac{2}{D'_o} \right)$$

$$R_1 = (1,51 - 1) \times \left(\frac{2}{23,8} \right) = 0,429m = 42,9mm.$$

$$R_2 = -R_1 = -42,9mm$$



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

$$2-1) \quad P_{ioc} = 4 \times G_{coc} = 4 \times 10 = 40\delta$$

$$f'_{oc} = \frac{1}{P_{ioc}} = \frac{1}{40} = 0,025m = 25mm$$

2-2) Le symbole (3 ; 2 ; 3) de l'oculaire nous permet d'écrire : $\frac{f'_1}{3} = \frac{e}{2} = \frac{f'_2}{3} = a$

$$\Rightarrow f'_1 = 3a$$

$$\Rightarrow e = 2a$$

$$\Rightarrow f'_2 = 3a$$

$$f' = \frac{f'_1 \times f'_2}{f'_1 + f'_2 - e} = \frac{3a \times 3a}{3a + 3a - 2a} = \frac{9a^2}{4a} = \frac{9a}{4} = 25mm$$

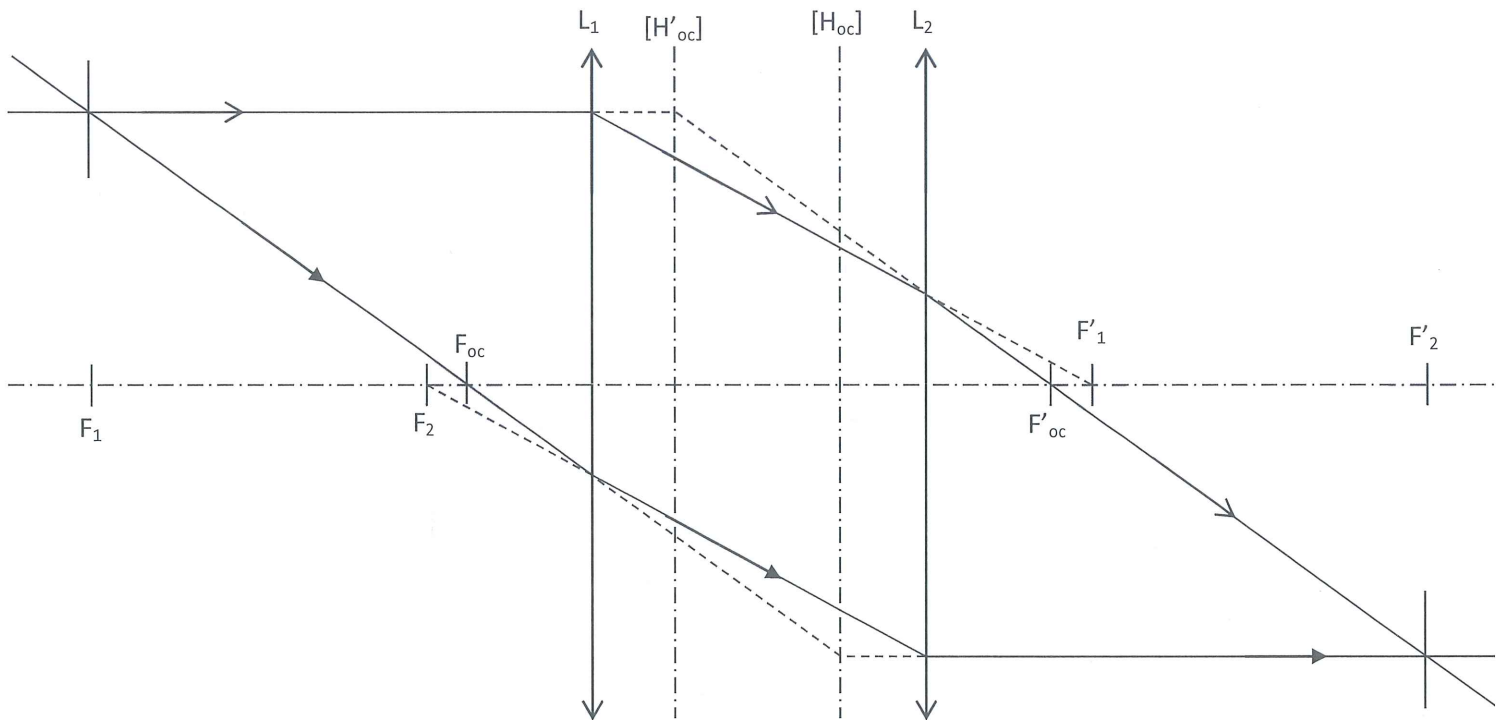
$$\Rightarrow a = \frac{4 \times 25}{9} = 11,11mm$$

$$f'_1 = 33,33mm$$

$$e = 22,22mm$$

$$f'_2 = 33,33mm$$

2-3)



2-4)

$$\overline{L_1 H_{oc}} = e \times \frac{D_2}{D} = e \times \frac{f'_{oc}}{f'_2} = 22,22 \times \frac{25}{33,33}$$

$$\overline{L_1 H_{oc}} = 16,67 \text{ mm}$$

$$\overline{L_1 F_{oc}} = \overline{L_1 H_{oc}} + \overline{H_{oc} F_{oc}} = 16,67 - 25$$

$$\overline{L_1 F_{oc}} = -8,33 \text{ mm}$$

Le foyer principal objet de l'oculaire étant réel, car placé avant L_1 , l'oculaire est positif.

2-5) Un doublet non accolé est achromatique si la condition $f'_1 + f'_2 = 2e$ est vérifiée.

Ici, $f'_1 + f'_2 = 3a + 3a = 6a$ et $2e$ est égal à $4a$. L'oculaire n'est donc pas achromatique.



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

3-1) La formule de conjugaison de Descartes appliquée à l'objectif est

$$\frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{\overline{OA}} + D_0 = \frac{1}{-0,5} + 10 = 8$$

$$\overline{OA_1} = \frac{1}{8} = 0,125m$$

3-2) Le grandissement transversal de l'objectif est donné par

$$\gamma_{ob} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{0,125}{-0,5} = -0,25$$

3-3) Le micromètre comporte 100 graduations réparties sur 10 mm. Chaque graduation mesure donc 0,1 mm. L'image A_1B_1 recouvrant 30 graduations, elle mesure 3 mm.

$$\gamma_{ob} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{AB} = \frac{\overline{A_1B_1}}{|\gamma_{ob}|} = \frac{3}{0,25} = 12mm$$

3-4)

a)

$$\begin{array}{ccccccc} AB & \xrightarrow{L_0} & A_1B_1 & \xrightarrow{L_1} & A_2B_2 & \xrightarrow{L_2} & A'B' \Leftarrow Obs \\ F_{\text{viseur}} & & Foc & & F_2 & & \infty \quad Emm \\ & & & & & & Acc = 0 \end{array}$$

Le micromètre doit donc être situé dans le plan focal objet de l'oculaire.

$$b) \quad \overline{OO_2} = \overline{OA_1} + \overline{A_1O_1} + \overline{O_1O_2} = \overline{OA_1} + \overline{F_{oc}O_1} + \overline{O_1O_2} = 125 + 8,33 + 22,22$$

$$\overline{OO_2} = 155,56mm$$

3-5) voir annexe 1

3-6)

a) La puissance de l'instrument est définie par la formule

$$P = \frac{\tan \alpha'}{\overline{AB}}$$

Où α' est l'angle sous lequel l'observateur voit l'image finale à travers l'instrument et $\overline{AB}$ la longueur de l'objet exprimée en mètre. L'image finale étant à l'infini, l'instrument est utilisé dans les conditions intrinsèques. La puissance est donc égale à la puissance intrinsèque.



$$P = \frac{\tan \alpha'}{\overline{AB}} = \frac{\tan \alpha'}{\overline{A_1 B_1}} \times \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{AB}} = P_{oc} \times \gamma_{ob} = P_{ioc} \times \gamma_{ob} = 4 \times G_{coc} \times \gamma_{ob}$$

$$P = 4 \times 10 \times -0,25 = -10\delta \Rightarrow |P| = 10\delta$$

b) La monture du micromètre éliminant le champ de contour, le diamètre du micromètre est égal à $2A_1B_{1pl}$.

En utilisant le grandissement de l'objectif, on trouve :

$$2AB_{pl} = \frac{2A_1B_{1pl}}{|\gamma_{ob}|} = \frac{2R_c}{|\gamma_{ob}|} = \frac{10}{0,25} = 40mm$$

$$P = \frac{\tan \alpha'}{\overline{AB}} \Rightarrow \tan \alpha' = P \times \overline{AB}$$

$$\tan \omega'_{pl} = |P| \times AB_{pl} = 10 \times 0,02m = 0,2$$

$$\omega'_{pl} = 11,31^\circ \Rightarrow 2\omega'_{pl} = 22,62^\circ$$

3-7) Pour calculer, à partir de la limite angulaire de séparation de l'œil de l'observateur, la dimension du plus petit détail observable de l'objet, on utilise la puissance du viseur :

$$P = \frac{\tan \alpha'}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{AB} = \frac{\tan \alpha'}{P}$$

$$AB_{min} = \frac{\tan \alpha'_{min}}{|P|} = \frac{\tan \epsilon'}{|P|} = \frac{\epsilon' (rad)}{|P|} = \frac{4,2 \times 10^{-4}}{10} = 4,2 \times 10^{-5}m$$

$$AB_{min} = 42\mu m$$



PARTIE B : Les franges d'égale inclinaison

1) Voir annexe 2

$$2) \quad \delta = 2 \times n \times e \times \cos r + \frac{\lambda}{2}$$

Il y a la présence du terme de réflexion vitreuse $\frac{\lambda}{2}$, car les réflexions subies par les deux rayons, ne sont pas de même nature.

Sur l'axe, l'angle d'incidence i étant nul, son cosinus est égal à 1, donc

$$\delta_0 = 2 \times n \times e \times 1 + \frac{\lambda}{2}$$

$$\delta_0 = 2 \times n \times e + \frac{\lambda}{2}$$

3)

$$p_0 = \frac{\delta_0}{\lambda} = \frac{2 \times n \times e + \frac{\lambda}{2}}{\lambda} = \frac{2 \times n \times e}{\lambda} + \frac{1}{2} = \frac{2 \times 1,5 \times 1,3 \times 10^{-3}}{600 \times 10^{-9}} + \frac{1}{2} = 6500,5$$

On aurait pu trouver $p_0 = 6499,5$ en retirant le terme de réflexion vitreuse $\frac{\lambda}{2}$ au lieu de l'ajouter.

4-1) Le premier anneau brillant correspond à la première valeur entière de p , en partant de p_0 , et en diminuant, car p_0 est une valeur maximale. On trouve donc $p_1 = 6500$.

Le premier anneau sombre correspond à la première valeur « ,5 » de p , en partant de p_0 , et en diminuant, car p_0 est une valeur maximale. On trouve donc $p'_1 = 6499,5$.

4-2) En utilisant la formule donnée

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

$$i_1 = \sqrt{\frac{n \times \lambda}{e}} \times \sqrt{p_0 - p_1}$$

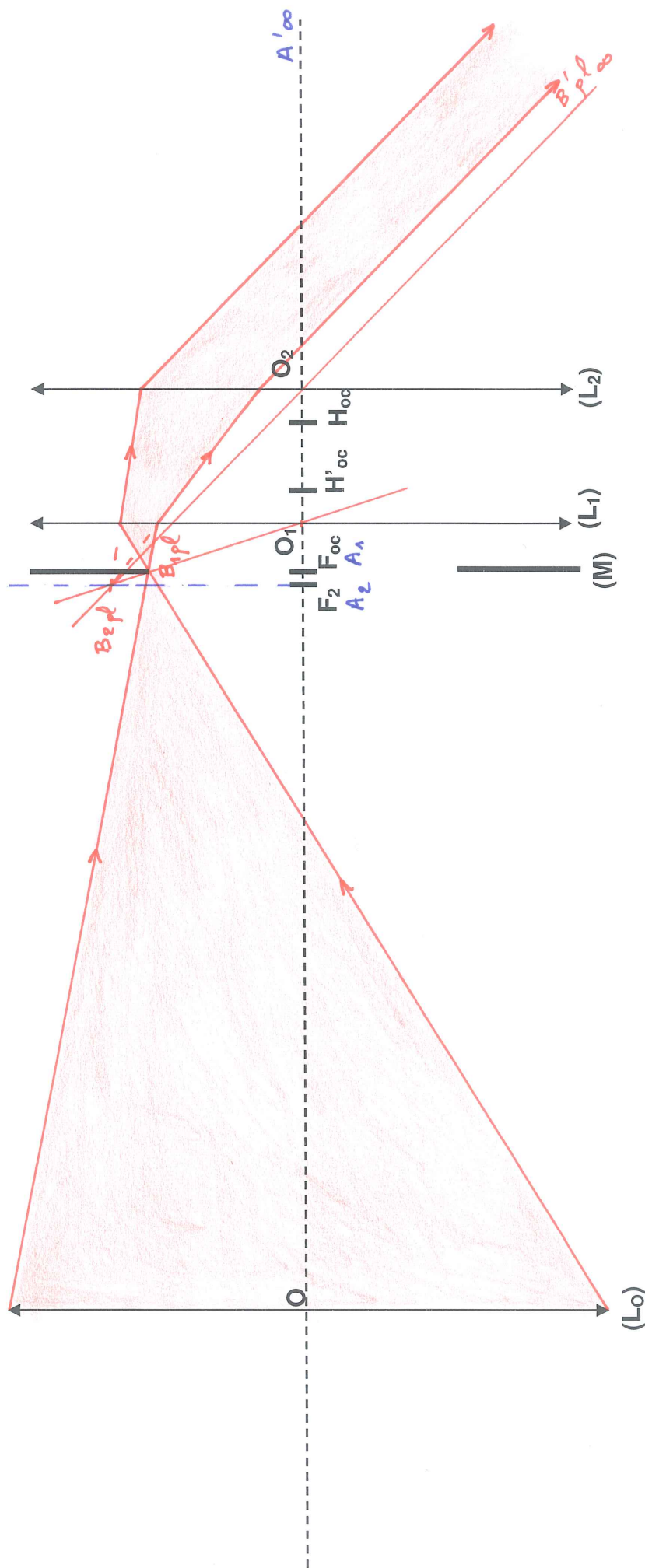
$$i_1 = \sqrt{\frac{1,5 \times 600 \times 10^{-9}}{1,3 \times 10^{-3}}} \times \sqrt{6500,5 - 6500} = 0,0186 \text{ rad}$$

4-3) D'après le schéma de la question 4-1, on voit que le rayon d'un anneau est donné par

$$R = f' \times \tan i \Rightarrow R_1 = f' \times \tan i_1 = f' \times i_{1(\text{rad})} = 600 \times 0,0186 = 11,16 \text{ mm}$$

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

