

BTS OPTICIEN LUNETIER
OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42
SESSION 2014

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 2e édition*



Partie A – Objectif à focale variable

I. Description technique

1. Pour pouvoir utiliser l'expression donnée,

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{L}{2 \times f'}$$

il faut calculer la diagonale du capteur. Dans la fiche technique, page 7/9, on trouve la taille du capteur : 22,3*14,9 mm.

En utilisant Pythagore, on peut écrire :

$$L = \sqrt{22,3^2 + 14,9^2} = 26,82 \text{ mm}$$

En faisant les applications numériques

$$\tan\left(\frac{\alpha_1}{2}\right) = \frac{L}{2 \times f'_1} = \frac{26,82}{2 \times 18} = 0,745 \Rightarrow \frac{\alpha_1}{2} = 36,69^\circ \Rightarrow \alpha_1 = 73,37^\circ$$

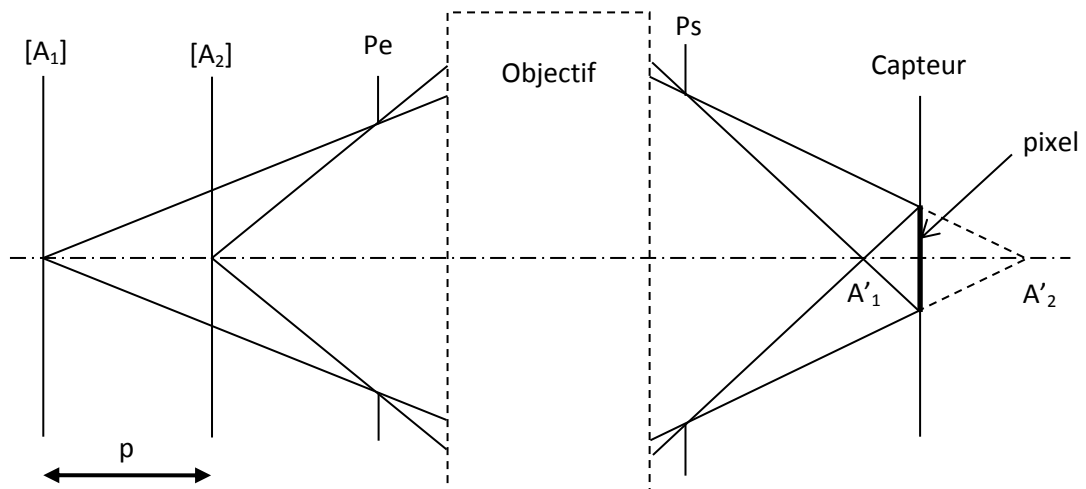
$$\tan\left(\frac{\alpha_2}{2}\right) = \frac{L}{2 \times f'_2} = \frac{26,82}{2 \times 135} = 0,099 \Rightarrow \frac{\alpha_2}{2} = 5,67^\circ \Rightarrow \alpha_2 = 11,35^\circ$$

Les valeurs calculées correspondent à celles données par le constructeur.

2. L'indication « f / 22 -36 » donne l'ouverture minimale de l'objectif. Il y a deux valeurs qui correspondent aux valeurs d'ouvertures calculées avec les deux distances focales extrêmes.

II. Utilisation de l'objectif

1. La profondeur de champ d'un objectif est la distance séparant les deux plans objets, les plus éloignés l'un de l'autre, dont les images auront une netteté acceptable sur le capteur.



Le schéma de principe précédent n'est pas à l'échelle. La profondeur de champ p est la distance entre les plans $[A_1]$ et $[A_2]$.

Le plan de mise au point n'est pas représenté. Il est situé entre les plans $[A_1]$ et $[A_2]$. Le plan image est sur le capteur.

2. En analysant les deux photos, on remarque que la profondeur de champ est plus importante sur la photo B que sur la photo A. La profondeur de champ augmente si N augmente.

Partie B – Etude des champs

1. En utilisant la première formule de Gullstrand, on peut relier la distance focale de l'objectif à celles des deux lentilles et à la distance les séparant

$$f' = \frac{f'_1 \times f'_2}{f'_1 + f'_2 - e}$$

$$f'_1 + f'_2 - e = \frac{f'_1 \times f'_2}{f'}$$

$$e = f'_1 + f'_2 - \frac{f'_1 \times f'_2}{f'}$$

$$e = 80 - 100 - \frac{80 \times -100}{135} = 39,26 \text{ mm} \cong 39,3 \text{ mm}$$

2. a) L'objet étant à l'infini, on peut écrire

$$\begin{array}{ccccc} \text{AB} & \xrightarrow{L_1} & \text{A}_1\text{B}_1 & \xrightarrow{L_2} & \text{A'B'} \\ \infty & & \text{F}'_1 & & \text{F}' \end{array}$$

- b) On peut, pour déterminer la distance entre la lentille L_2 et le capteur, calculer la distance frontale image car le capteur doit être confondu avec l'image donc avec F' .

$$\overline{L_2 H'} = -e \times \frac{f'}{f'_1} = -39,3 \times \frac{135}{80} = -66,3 \text{ mm.}$$

$$\overline{L_2 F'} = \overline{L_2 H'} + \overline{H' F'} = \overline{L_2 H'} + f' = -66,3 + 135$$

$$\overline{L_2 F'} = 68,7 \text{ mm.}$$

Le capteur doit être placé à 68,7 mm de L_2 pour que l'image soit nette.

- 3.

$$\emptyset_{Pe} = \frac{f'}{5,6} = \frac{135}{5,6} = 24,1 \text{ mm.}$$

4. D est le diaphragme d'ouverture. C'est donc la pupille physique. Comme D est situé entre les deux lentilles, c'est donc la pupille intermédiaire P_i .

$$Pe \xrightarrow{L_1} Pi$$

$$\frac{1}{\overline{L_1 P_i}} = \frac{1}{\overline{L_1 P_e}} + \frac{1}{f'_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{L_1 P_e}} = \frac{1}{\overline{L_1 P_i}} - \frac{1}{f'_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{L_1 P_e}} = \frac{1}{20} - \frac{1}{80}$$

$$\overline{L_1 P_e} = 26,66 \text{ mm.}$$

5. On calcule le grandissement de la lentille L_1 , pour le couple conjugué (Pe ; Pi).

$$\gamma = \frac{\overline{L_1 P_i}}{\overline{L_1 P_e}} = \frac{20}{26,66} = 0,75.$$

$$\phi_D = \phi_{P_i} = \phi_{P_e} \times \gamma = 24,1 \times 0,75 = 18,1 \text{ mm.}$$

6. Voir Document réponse n°1.

La droite permettant de construire le demi-champ intermédiaire moyen B_m passe par le centre de D et un des bords de L_2 (ici le bord supérieur). Elle est placée pour justifier que, B_{pl} étant plus près de l'axe que B_m , il faut utiliser le bord supérieur de D (si on a utilisé le bord supérieur de L_2) pour déterminer B_{pl}

Pour calculer le champ de pleine lumière, on peut utiliser, **au choix**, les triangles semblables ou les équations de droites.

Pour passer par les équations de droites, il faut fixer un repère. Je fixe le repère au centre de L_2 .

Le bord supérieur de L_2 a donc pour coordonnées : (0 ; 10)

Le bord supérieur de P_i a pour coordonnées : (- 19,3 ; 9,05)

La droite permettant de déterminer B_{1pl} a pour équation :

$$y = a \times x + b$$

Le point (0 ; 10) est sur la droite donc

$$10 = a \times 0 + b \Rightarrow b = 10$$

Le point (- 19,3 ; 9,05) est sur la droite donc

$$9,05 = a \times -19,3 + 10$$

$$a = \frac{9,05 - 10}{-19,3} = 0,04922$$

L'équation de la droite est donc

$$y = 0,04922 \times x + 10$$

Le point B_{1pl} est sur la droite et a pour coordonnées (40,7 ; A_1B_{1pl}) donc

$$A_1B_{1pl} = 0,04922 \times 40,7 + 10 = 12 \text{ mm.}$$

Le champ intermédiaire de pleine lumière est donc $2A_1B_{1pl} = 24 \text{ mm.}$

7. On cherche le champ image de pleine lumière. Il faut donc calculer le grandissement de L_2 pour le couple conjugué (A_1 ; A')

$$\gamma = \frac{\overline{L_2A'}}{\overline{L_2A_1}} = \frac{\overline{L_2F'}}{\overline{L_2F'_1}} = \frac{68,7}{40,7} = 1,69$$

$$2A'B'_{pl} = \gamma \times 2A_1B_{1pl} = 1,69 \times 24 = 40,6 \text{ mm.}$$

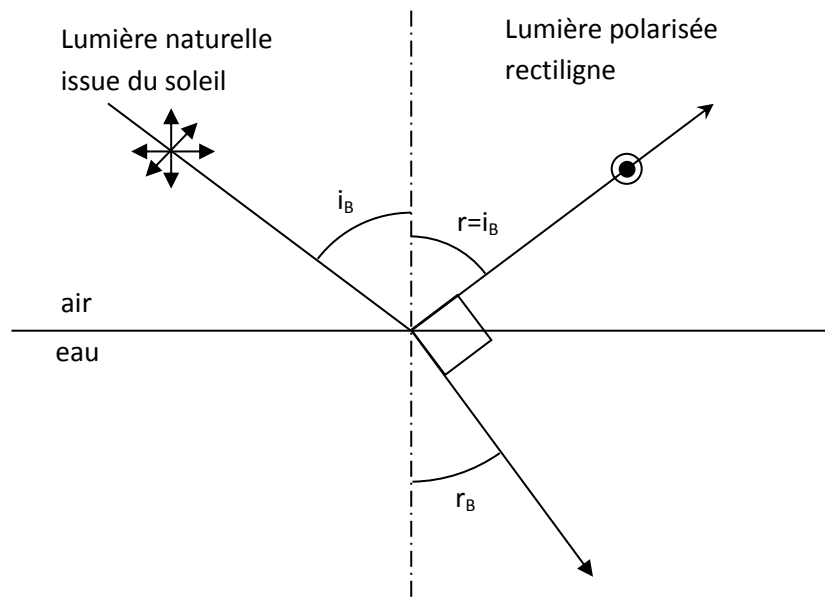
Le diamètre du champ image de pleine lumière est égal à 40,6 mm.

8. Voir Document réponse n°2.

Partie C – Optique Physique

I. Utilisation d'un filtre polarisant

1.



2. Pour calculer l'angle d'incidence de Brewster, il faut utiliser

$$\tan i_B = \frac{n'}{n} = \frac{n_{eau}}{n_{air}} = \frac{1,33}{1} = 1,33$$
$$\Rightarrow i_B = 53,1^\circ$$

3. Comme c'est indiqué sur le schéma de la question 1, la lumière issue du soleil est de la lumière naturelle, elle n'est donc pas polarisée. La lumière réfléchie est polarisée rectilignement. La direction de polarisation de la lumière réfléchie est horizontale (comme le dioptré).
4. Pour supprimer les reflets à la surface de l'eau, il faut que l'axe du filtre polarisant soit vertical afin que la direction de polarisation de la lumière et l'axe du polariseur soient croisés. Il y aura donc extinction.

II. Transformation de la lumière à travers l'objectif

1. Il faut appliquer la formule donnée pour calculer le coefficient de réflexion d'un dioptre

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 = \left(\frac{1 - 1,52}{1 + 1,52} \right)^2 = 0,04258$$

2. Pour traverser une lentille, il faut traverser deux dioptries le coefficient de transmission d'une lentille est donc celui d'un dioptre élevé au carré

$$T_L = T^2 = (1 - R)^2 = (1 - 0,04258)^2 = 0,9167$$

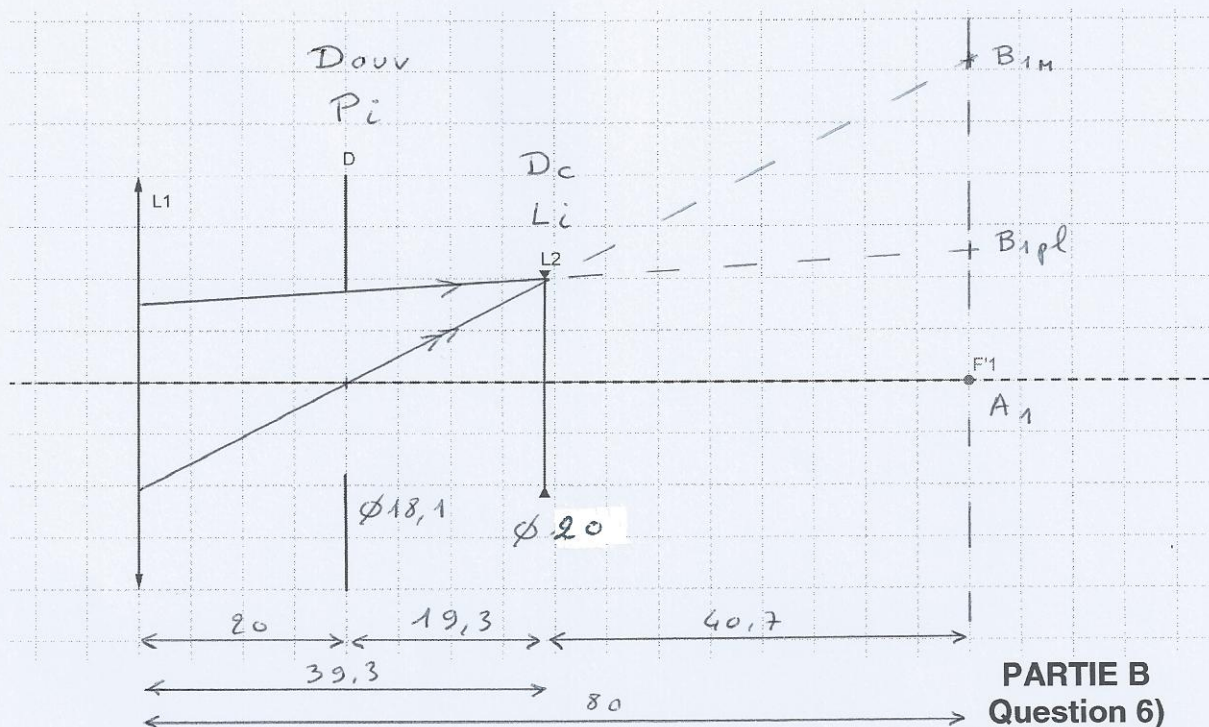
3. L'objectif est composé de 16 lentilles. Donc

$$T_{obj} = T_L^{16} = 0,9167^{16} = 0,249$$

L'objectif ne laisse passer que 25% de la lumière incidente !

4. Pour améliorer le facteur de transmission de l'objectif, il faut réduire le coefficient de réflexion des dioptries. Il faut donc utiliser un traitement antireflet. Le principe de ce procédé est de déposer, sous vide, une couche mince sur le dioptre afin de former deux vibrations réfléchies cohérentes. Ces deux vibrations doivent être en opposition de phase et d'intensités égales pour avoir des interférences totalement destructives.

DOCUMENT-RÉPONSE n°1
(À rendre avec la copie)



DOCUMENT-RÉPONSE n°2
(À rendre avec la copie)

