

BTS OPTICIEN LUNETIER
OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42
SESSION 2015

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 – Domaines d'utilisation et dénomination des modèles.

- A.1. Le premier chiffre représente le grossissement et le second le diamètre de l'objectif exprimé en millimètres.
- A.2. On peut, par exemple, relever comme critères de choix, le poids et l'encombrement, le champ et la luminosité.

Partie B – Architecture optique et principe.

Grossissement

B.1. a.
$$\begin{array}{ccccccc} AB & \xrightarrow{L_1} & A_1B_1 & \xrightarrow{L_2} & A'B' & \Leftarrow & \text{Observateur} \\ \infty & & F'_1 & & F' & & \text{Emmétrope} \\ F & & F_2 & & \infty & & \text{Acc} = 0\delta \end{array}$$

b. voir annexe.

- B.2. On cherche la valeur absolue du grossissement. Le signe des angles n'est donc pas important dans la démonstration. Nous travaillerons donc en distance et pas en valeur algébrique.

Dans le triangle $O_1A_1B_1$, on peut écrire $\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{O_1A_1} = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

Dans le triangle $O_2A_1B_1$, on peut écrire $\tan \alpha' = \frac{A_1B_1}{O_2A_1} = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$ car, en distance, $f_2 = f'_2$, la lentille étant placée dans l'air.

$$|G| = \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} = \tan \alpha' \times \frac{1}{\tan \alpha} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1} \Rightarrow |G| = \frac{f'_1}{f'_2}$$

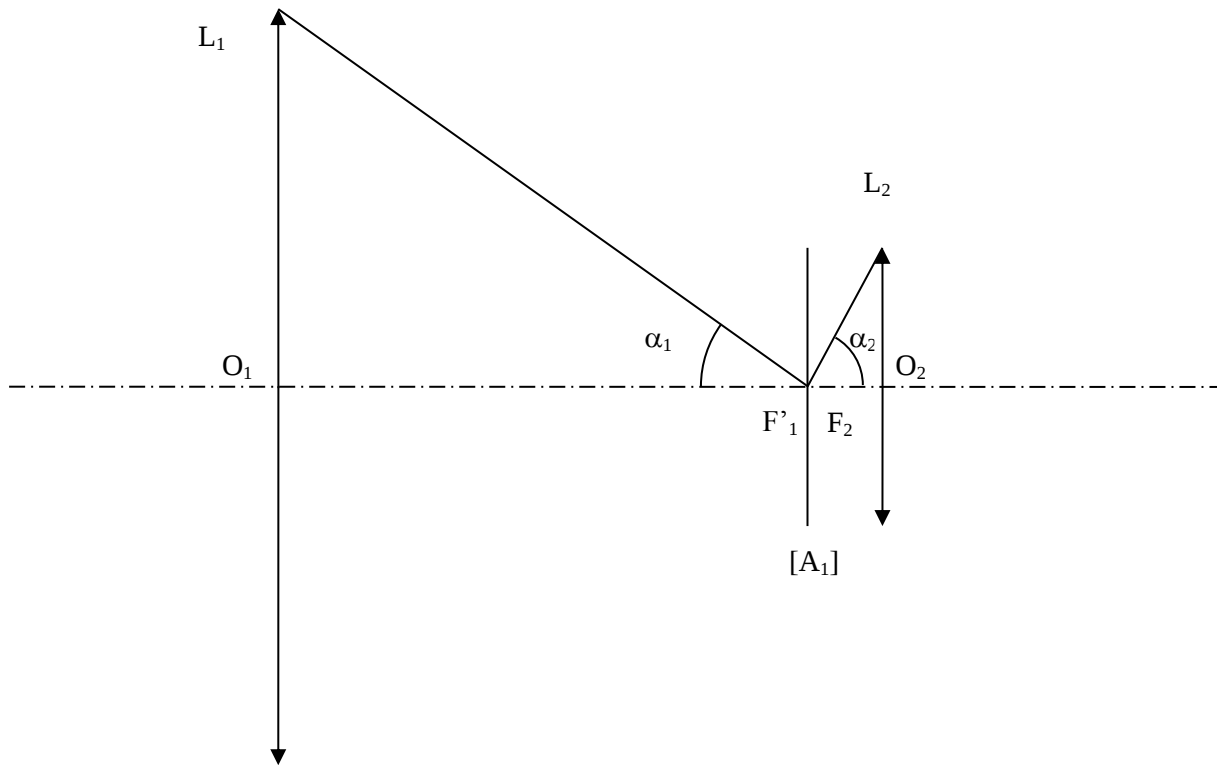
- B.3. $|G| = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{7 \times f'_2}{f'_2} = 7$. On trouve la même valeur que dans la notice.

Ouverture

- B.4. Les lentilles L_1 et L_2 appartiennent à l'espace intermédiaire.

Pour déterminer l'élément diaphragmant qui est diaphragme d'ouverture, il faut déterminer la pupille intermédiaire.

On se place au centre du plan objet, donc sur A_1 , pour déterminer cette pupille intermédiaire.



$$\tan \alpha_1 = \frac{R_{L1}}{O_1 A_1} = \frac{25}{70} = 0,357 \Rightarrow \alpha_1 = 19,7^\circ$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{R_{L2}}{O_2 A_1} = \frac{9,2}{10} = 0,92 \Rightarrow \alpha_2 = 42,6^\circ$$

Comme α_1 est inférieur à α_2 , c'est la lentille L_1 qui est pupille intermédiaire, donc diaphragme d'ouverture.

- B.5.** Le diamètre de l'objectif, donc du diaphragme d'ouverture aura une influence sur la quantité de lumière traversant l'instrument, donc sur la luminosité de l'instrument. L'image sera donc plus ou moins lumineuse.

Ce diamètre aura aussi une influence sur la dimension du champ de contour.

- B.6.** Le grandissement d'un système afocal est constant et est égal à l'inverse de son grossissement. On conjugue donc la pupille d'entrée, L_1 , à travers la lunette.

$$Ds = \frac{\phi_1}{|G|} = \frac{50}{7} = 7,14 \text{ mm}.$$

Dans le tableau figure 2 , on trouve $Ds = 7,1 \text{ mm}$. La valeur est vérifiée.

Champ de vision

B.7. Dans la colonne 3 du tableau figure2, on trouve le champ visuel réel est égal à 7° .

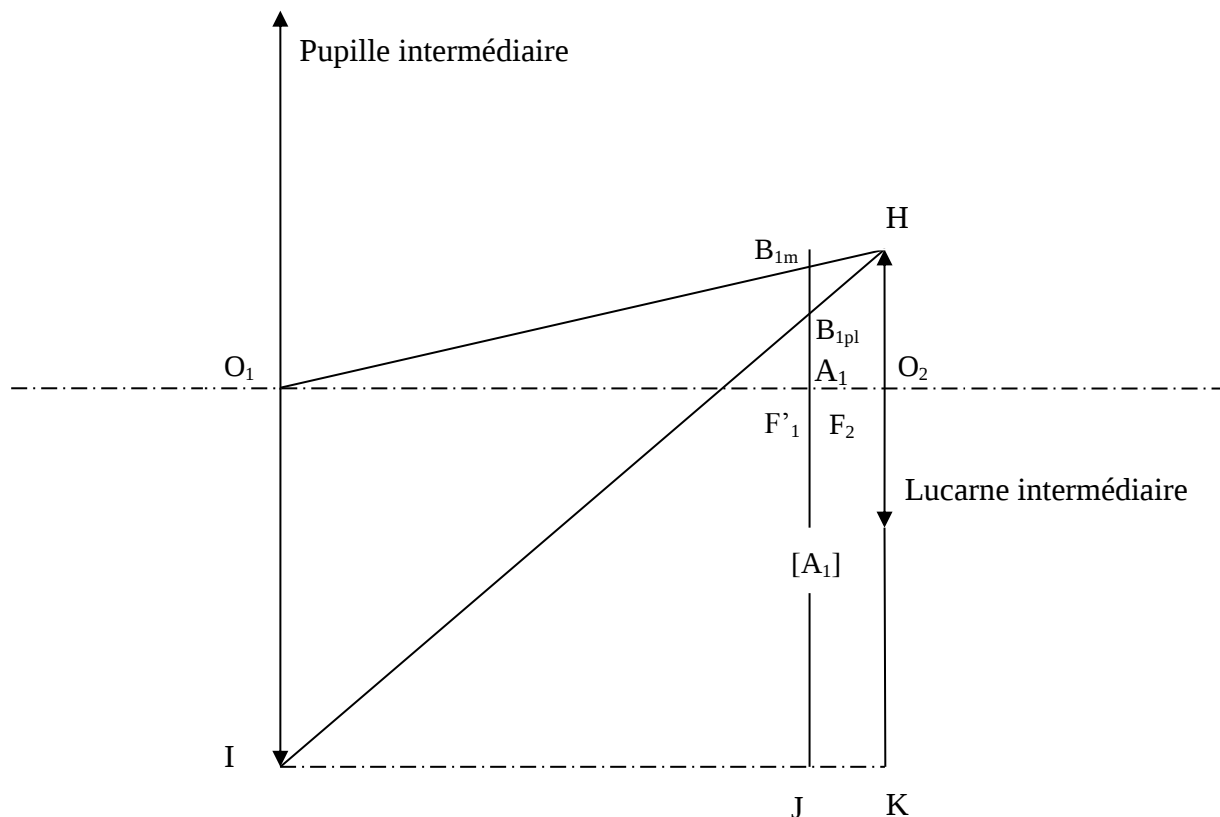
Comme 1° correspond à 17,5 m à 1000 m, il suffit d'appliquer une règle de proportionnalité pour trouver un champ égal à 122,5 m

$$\text{champ visuel} = 7^\circ \times 17,5 = 122,5m$$

Le champ visuel apparent est égal au produit du champ visuel réel par le grossissement, donc à $7^\circ \times 7 = 49^\circ$.

B.8. L'oculaire sera diaphragme de champ car l'objectif est diaphragme d'ouverture et qu'il n'y a que deux éléments diaphragmant. L'oculaire sera donc la lucarne intermédiaire et la lucarne de sortie.

B.9. La limite du champ de pleine lumière dans le plan de l'image intermédiaire, B_{1pl} , est défini comme ci-dessous :



B.10. En utilisant les triangles semblables I,J,B_{1pl} et I,K,H, on peut calculer JB_{1pl}.

$$\frac{JB_{1pl}}{KH} = \frac{IJ}{IK} \Rightarrow JB_{1pl} = KH \times \frac{IJ}{IK} = (R_1 + R_2) \frac{f'_{1}}{f'_{1} + f'_{2}} = (25 + 9, 2) \frac{70}{70 + 10}$$

$$JB1_{pl} = 29,925mm.$$

$$A_1B_{1pl} = JB_{1pl} - R_1 = 29,925 - 25 = 4,925mm$$

Le diamètre du diamètre de la limite du champ de pleine lumière, dans le plan focal image de l'objectif, est donc $D_{pl} = 9,85 \text{ mm}$.

Limite de résolution

B.11. $(\alpha_{\min})_{\text{œil}} = \frac{\varepsilon_0}{G} = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ rad}}{7} = 4,3 \times 10^{-5} \text{ rad}$

B.12. $(\alpha_{\min})_{\text{diff}} = \frac{1,22 \times \lambda}{D_{PE}} = \frac{1,22 \times 500 \times 10^{-9}}{50 \times 10^{-3}} = 1,22 \times 10^{-5} \text{ rad}$

B.13. C'est la résolution de l'œil qui limite la résolution car $(\alpha_{\min})_{\text{œil}} > (\alpha_{\min})_{\text{diff}}$.

Donc $\alpha_{\min} = 4,3 \times 10^{-5} \text{ rad}$ (ce qui correspond à une distance de 4,3 cm à 1000 m)

Trajet optique dans un système de prismes redresseurs

B.14. voir annexe.

B.15. Pour avoir une réflexion totale en I, il faut que l'angle d'incidence sur la face 2, qui est égal à 45° , soit supérieur à l'angle d'incidence limite l .

$$\sin l = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin 45^\circ = \frac{1}{n} \Rightarrow n = \frac{1}{\sin 45^\circ} = 1,414$$

C'est une valeur minimale, car si l'indice augmente, l'angle d'incidence limite diminue et 45° sera supérieur à cet angle limite. Il faut donc que l'indice du prisme soit supérieur ou égal à 1,41.

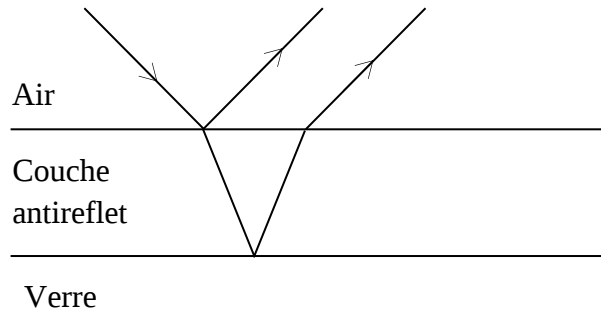
Partie C – Luminosité.

C.1. voir annexe.

C.2. L'indice de luminosité de la jumelle 7x50 est le plus grand. C'est donc cette jumelle qui est à conseiller pour des observations en soirée.

Partie D – Traitement antireflets et corrections.

D.1. Le principe du traitement antireflet est de former des interférences totalement destructives entre le rayon réfléchi par la face supérieure de la couche antireflet et celui réfléchi par le dioptre {couche antireflet-verre}. Il faut donc obtenir deux vibrations en opposition de phase et ayant la même intensité lumineuse.



D.2. $\delta = 2 \cdot n_c \cdot e_c$

D.3. Pour avoir une intensité minimale, il faut que les interférences soient destructives.

Il faut donc que les vibrations soient en opposition de phase.

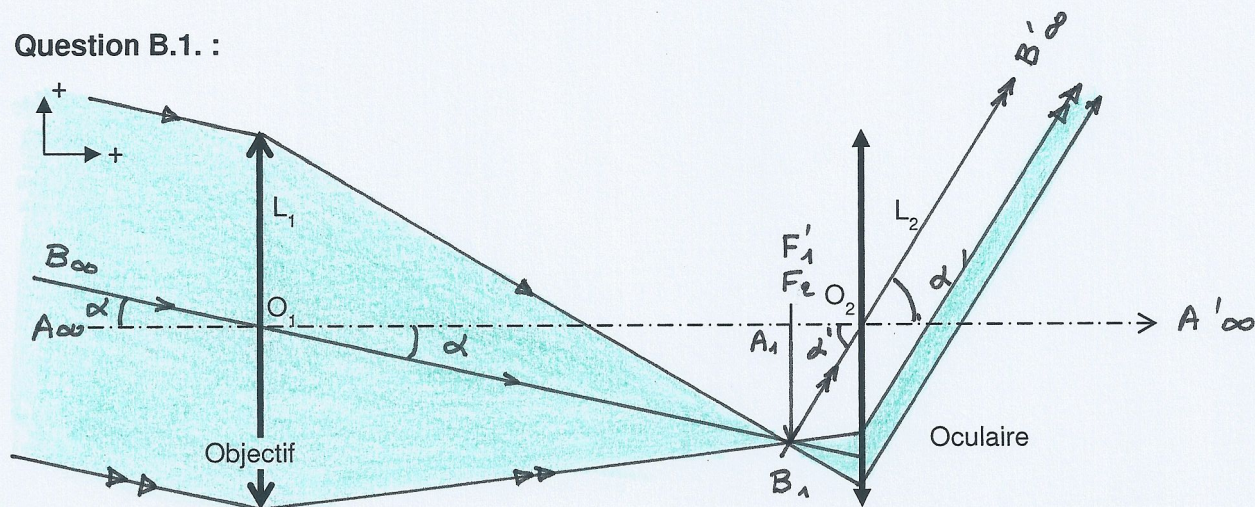
$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda = 2 \times n_c \times e_c \Rightarrow e_c = \frac{\left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda}{2 \times n_c} = \frac{(2k+1) \times \lambda}{4 \times n_c} \text{ avec } k \text{ entier.}$$

D.4. l'épaisseur minimale est calculée en prenant $k = 0$.

$$e_{c \min} = \frac{(2 \times 0 + 1) \times \lambda}{4 \times n_c} = \frac{\lambda}{4 \times n_c} = \frac{587,6}{4 \times 1,36} = 108 \text{ nm}$$

ANNEXE (À rendre avec la copie)

Question B.1. :



Question B.14. :

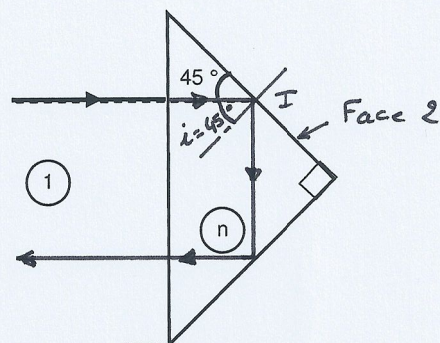


Figure 6 – Trajet d'un rayon lumineux à travers un prisme

Question C.1. :

Modèles	Diamètre de la pupille de sortie	Indice luminosité
7 × 50	7,1 mm	50
10 × 50	5	25

Figure 7 – Comparatif de deux modèles d'ouverture identique