BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42

SESSION 2017

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

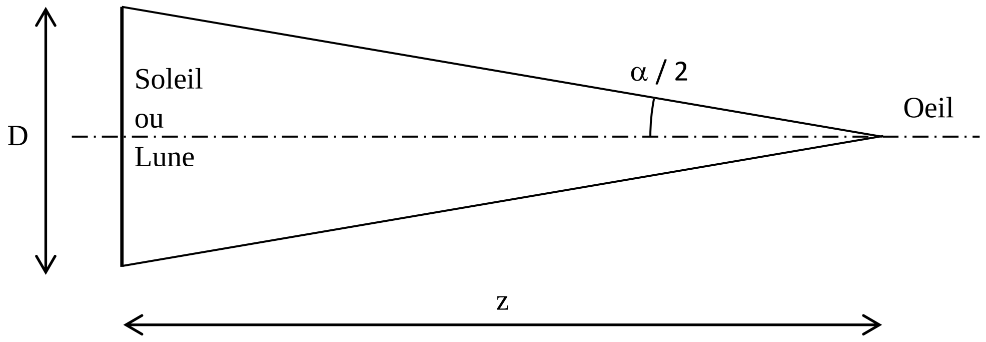
Co-Auteur de l'ouvrage :

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

Collection TEC&DOC - Editions Lavoisier

Partie 1 – Choix raisonné d'un équipement de protection visuelle.

1.1



$$\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{D/2}{z} = \frac{D}{2z}$$

Pour le Soleil

$$\tan\frac{\alpha_s}{2} = \frac{D}{2z} = \frac{1{,}4.10^9}{2 \times 1{,}5.10^{11}} = 0{,}00467 \Rightarrow \frac{\alpha_s}{2} = 0{,}267° \Rightarrow \alpha_s = 0{,}535°$$

Pour la Lune

$$\tan\frac{\alpha_l}{2} = \frac{D}{2z} = \frac{3{,}5.10^6}{2 \times 3{,}8.10^8} = 0{,}00461 \Rightarrow \frac{\alpha_l}{2} = 0{,}264° \Rightarrow \alpha_l = 0{,}528°$$

$\alpha_s = 0{,}535°$ et $\alpha_l = 0{,}528°$

Les deux diamètres apparents sont presque égaux.

1.2 $\Omega = \frac{S}{z^2} = \frac{\pi \times R^2}{z^2} = \frac{\pi \times D^2}{4 \times z^2} = \frac{\pi \times (1{,}4.10^9)^2}{4 \times (1{,}5.10^{11})^2} = 6{,}84.10^{-5} sr \approx 6{,}8.10^{-5} sr$

L'angle solide Ω est égal à $6{,}8.10^{-5}$ sr. C'est vérifié.

1.3 $E_e = L_e \times \Omega \Rightarrow L_e = \frac{E_e}{\Omega} = \frac{900}{6{,}8.10^{-5}} = 1{,}32.10^7 W.sr^{-1}.m^{-2}$

La luminance énergétique du Soleil est égale à $1{,}32.10^7$ $W.sr^{-1}.m^{-2}$

$$L_v = k \times L_e = 100 \times 1{,}32.10^7 = 1{,}32.10^9 \approx 1{,}3.10^9 cd.m^{-2}$$

La luminance visuelle du Soleil est bien environ égale à $1{,}3.10^9$ $cd.m^{-2}$. C'est vérifié.

1.4.1 $L'_v = T \times L_v$

L'$_v$ est la luminance visuelle après les lunettes et L$_v$ la luminance visuelle du Soleil.

$$L'_v = 7.10^{-6} \times 1{,}3.10^9 = 9100 cd.m^{-2}$$

La luminance visuelle après les lunettes est égale à 9100 cd.m^{-2}, elle est donc inférieure à 10000 cd.m^{-2}, donc il n'y a pas risque d'éblouissement.

1.4.2 Il y a 3 lunettes superposées, donc il faut élever au cube le coefficient de transmission

$$T_t = T^3 = 0{,}05^3 = 1{,}25.10^{-4}$$

Le coefficient de transmission de l'empilement est égal à 1,25.10^{-4}

$$L'_v = T_t \times L_v = 1{,}25.10^{-4} \times 1{,}3.10^9 = 162500 cd.m^{-2}$$

Cette luminance visuelle étant beaucoup plus grande que 30000 cd.m^{-2}, il y a un grand risque de lésion rétinienne.

1.4.3 Il faut utiliser la loi de Malus

$$F_2 = \frac{F_0}{2} \times \cos^2 \alpha$$

$$T = \frac{F_2}{F_0} = \frac{\cos^2 \alpha}{2} = 7.10^{-6} \Rightarrow \cos^2 \alpha = 2 \times 7.10^{-6} = 1{,}4.10^{-5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1{,}4.10^{-5}} = 0{,}00374 \Rightarrow \alpha = 89{,}79°$$

Il faut que l'angle α soit égal à 89,79°

Partie 2 – Etude d'un autre moyen d'observation visuelle du soleil : le télescope (muni d'un filtre protecteur indispensable mais non étudié dans cette partie).

2.1 Le rayon de courbure du miroir M$_0$ est égal au double de la distance focale. Il est donc égal à 2 m.

2.2 $f'_{oc} = \frac{1}{4 \times Gc_{oc}} = \frac{1}{4 \times 10} = 0{,}025 m = 25 mm$

La distance focale image de l'oculaire est égale à 25 mm.

La valeur est vérifiée.

2.3 $G = \frac{f'_0}{f'_{oc}} = \frac{1}{0{,}025} = 40$

La valeur absolue du grossissement intrinsèque du télescope est égale à 40.

2.4 Le miroir sphérique ne présente pas d'aberration chromatique car la loi de la réflexion ne dépend pas de la longueur d'onde, donc de la couleur.

2.5 Si l'utilisateur est un emmétrope, qui n'accommode pas, l'image finale se forme à l'infini.

$$\begin{array}{ccccc} AB & \xrightarrow{L0} & A_0B_0 & \xrightarrow{oculaire} & A'B' \\ \infty & & Foc & & \infty \\ & & F'_{0b} & & \end{array}$$

L'intervalle optique doit donc être nul. L'instrument est afocal.

2.6.1 Le symbole de l'oculaire nous permet d'écrire : $\begin{cases} f'_1 = 3a \\ e = \overline{O_1O_2} = 2a \\ f'_2 = a \end{cases}$

$$f'_{oc} = \frac{f'_1 \times f'_2}{f'_1 + f'_2 - e} = \frac{3a \times a}{3a + a - 2a} = \frac{3a^2}{2a} = \frac{3a}{2} = 25mm \Rightarrow a = \frac{2 \times 25}{3} = 16{,}67mm$$

$$\Rightarrow \begin{cases} f'_1 = 50mm \\ e = \overline{O_1O_2} = 33{,}33mm \\ f'_2 = 16{,}67mm \end{cases}$$

La valeur de f '$_1$ est vérifiée.

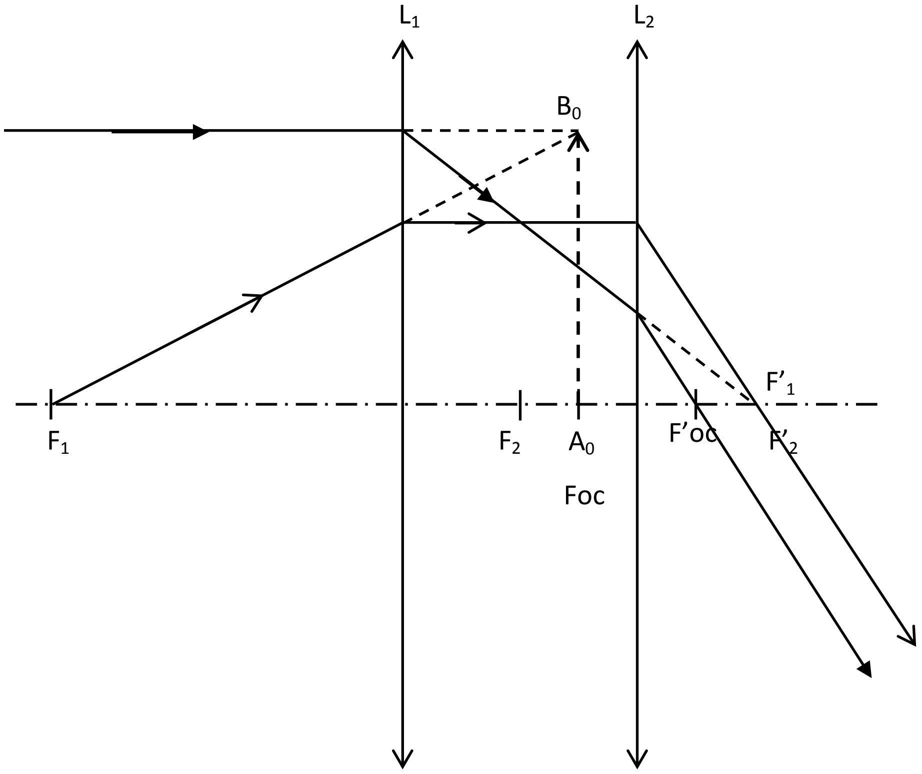
$$\overline{O_1H_{oc}} = e \times \frac{f'_{oc}}{f'_2} = 33{,}33 \frac{25}{16{,}67} = 50mm$$

$$\overline{O_2H'_{oc}} = -e \times \frac{f'_{oc}}{f'_1} = -33{,}33 \frac{25}{50} = -16{,}67mm$$

$$\overline{O_1F_{oc}} = \overline{O_1H_{oc}} + \overline{H_{oc}F_{oc}} = 50 - 25 = 25mm$$

$$\overline{O_2F'_{oc}} = \overline{O_2H'_{oc}} + \overline{H'_{oc}F'_{oc}} = -16{,}67 + 25 = 8{,}33mm$$

2.6.2



2.6.3 Cet oculaire est corrigé des aberrations chromatiques car $f'_1 + f'_2 = 2 \times e$.

L'image ne présentera pas de chromatisme, donc pas d'irisations. L'image sera de bonne qualité et nette.

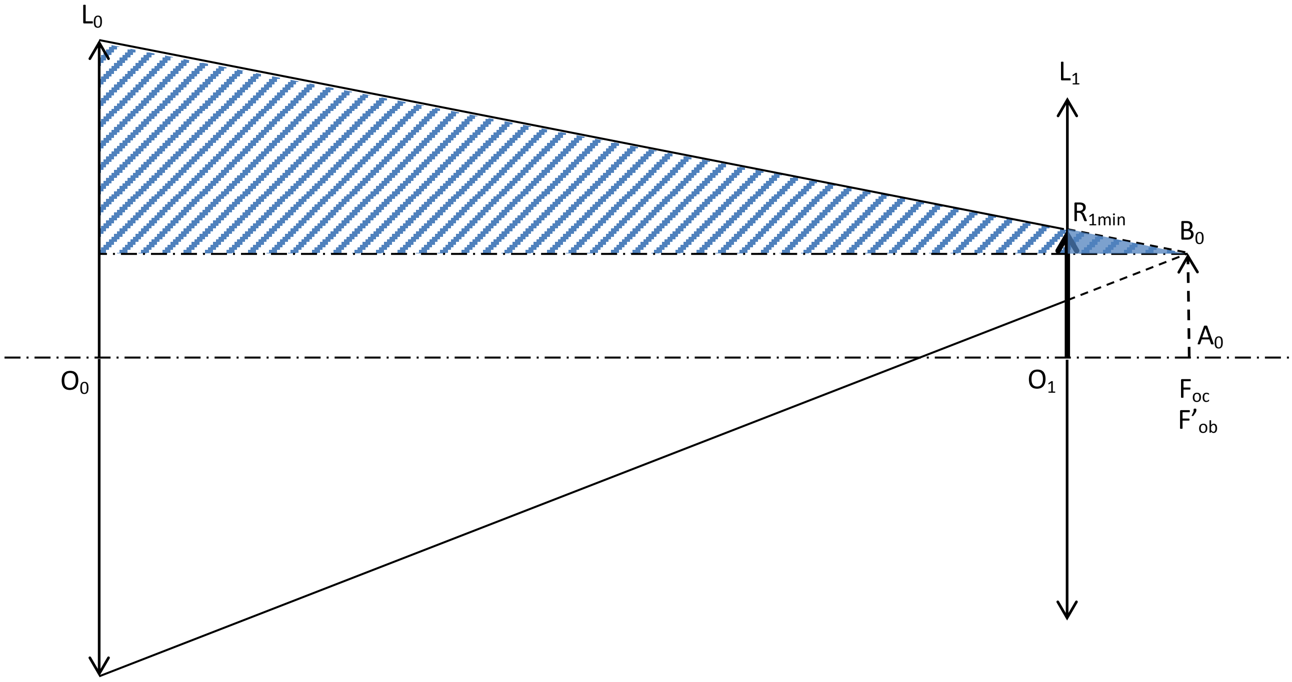
2.6.4 Cet oculaire est négatif car son foyer principal objet Foc est virtuel $(\overline{O_1F_{oc}} > 0)$.

2.7 L_0 est le diaphragme d'ouverture, donc la pupille intermédiaire.

L_1 est le diaphragme de champ, donc la lucarne intermédiaire.

Le plan des champs est le plan de l'image intermédiaire A_0.

En travaillant dans les deux triangles semblables du schéma suivant, on peut écrire :



$$\frac{R_{1min}-A_0B_0}{R_0-A_0B_0}=\frac{O_1A_0}{O_0A_0}$$

$$R_{1min}=A_0B_0+(R_0-A_0B_0)\times\frac{O_1A_0}{O_0A_0}=4{,}4+(100-4{,}4)\times\frac{25}{1000}=6{,}79mm$$

La valeur minimale du rayon d'ouverture de L_1 est égale à 6,79 mm.

2.8 $\alpha_{min}=\frac{1{,}22\times\lambda}{\phi_{Pe}}=\frac{1{,}22\times 550.10^{-9}}{200.10^{-3}}=3{,}355.10^{-6}rad$

$$AB_{min}=\alpha_{\min(rad)}\times z=3{,}355.10^{-6}\times 1{,}5.10^{11}=503250m=503km$$

La distance minimale entre deux points du soleil, pour que le télescope puisse les séparer, est égale à 503 km.