BTS OPTICIEN LUNETIER

OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42

SESSION 2023

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 – ÉTUDE DE L'OCULAIRE

1.1 Le symbole (4 ; 3 ; 2) de l'oculaire nous permet d'écrire : $\frac{f'_1}{4} = \frac{e}{3} = \frac{f'_2}{2} = a$

$\Rightarrow f'_1 = 4a$

$\Rightarrow e = 3a$

$\Rightarrow f'_2 = 2a$

$$f'_{oc} = \frac{f'_1 \times f'_2}{f'_1 + f'_2 - e} = \frac{4a \times 2a}{4a + 2a - 3a} = \frac{8a^2}{3a} = \frac{8a}{3} = 10mm$$

$$\Rightarrow a = \frac{3 \times 10}{8} = 3{,}75mm$$

$f'_1 = 15mm$

$e = 11{,}25mm$

$f'_2 = 7{,}5mm$

1.2 $\overline{O_1F_{oc}} = \overline{O_1H_{oc}} + \overline{H_{oc}F_{oc}} = e \times \frac{f'_{oc}}{f'_2} + f_{oc} = 11{,}25 \times \frac{10}{7{,}5} - 10 = 5mm$

1.3 Voir schéma 1.

PARTIE 2 – ÉTUDE DU GROSSISSEMENT DE LA LUNETTE EN VISION DE LOIN

2.1 $\underset{[\infty]}{AB} \overset{L0}{\rightarrow} \underset{[F'_0] \equiv [F_{oc}]}{A_0B_0} \overset{L1}{\rightarrow} \underset{[F_2]}{A_1B_1} \overset{L2}{\rightarrow} \underset{[\infty]}{A'B'}$

2.2 Voir schéma 2.

2.3 Dans le triangle rectangle $O_0A_0B_0$, on peut écrire : $\tan\alpha = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{A_0O_0}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{F'_0O_0}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{-f'_0}$

Dans le triangle rectangle $H_{oc}A_0B_0$, on peut écrire : $\tan\alpha' = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{A_0H_{oc}}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{F_{oc}H_{oc}}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{-f_{oc}} = \frac{\overline{A_0B_0}}{f'_{oc}}$

$$G_{VL} = \frac{\tan\alpha'}{\tan\alpha} = \tan\alpha' \times \frac{1}{\tan\alpha} = \frac{\overline{A_0B_0}}{f'_{oc}} \times \frac{-f'_0}{\overline{A_0B_0}} = -\frac{f'_0}{f'_{oc}}$$

donc $|G_{VL}| = \frac{f'_0}{f'_{oc}}$

2.4 $|G_{VL}| = \frac{f'_0}{f'_{oc}} \Rightarrow f'_0 = |G_{VL}| \times f'_{oc} = 4{,}2 \times 10 = 42\ mm$

2.5 $\overline{O_0O_2} = \overline{O_0A_0} + \overline{A_0O_1} + \overline{O_1O_2} = \overline{O_0F'_0} + \overline{F_{oc}O_1} + \overline{O_1O_2} = f'_0 - \overline{O_1F_{oc}} + \overline{O_1O_2}$

$\overline{O_0O_2} = 42 - 5 + 11{,}25 = 48{,}25\ mm$

2.6 $AV_{Kepler} = AV_{client}$ x Grossissement de la lunette = 3/10 x 4,2 = 12,6/10.

2.7 Cette acuité étant supérieure à 9/10, elle sera suffisante pour satisfaire les besoins de la cliente en vision de loin.

PARTIE 3 – ÉTUDE DES CHAMPS DE LA LUNETTE

3.1 Voir schéma 3.

3.2 En plaçant l'origine d'un repère sur O_1, les coordonnées du bord supérieur de L_1 sont : (0 ; 4). Les coordonnées du bord supérieur de L_0 sont : (- 37 ; 5).

L'équation de la droite passant par ces deux points est de la forme : y = a × x + b

En utilisant le bord supérieur de L_1, 4 = a × 0 + b $\Rightarrow$ b = 4

En utilisant le bord supérieur de L_0, 5 = a × (- 37) + 4 $\Rightarrow$ b = $\frac{5 - 4}{-37}$ = - 0,027

L'équation de la droite passant par ces deux points est de la forme : y = - 0,027 x + 4

Le point B_{0pl} est sur la droite, donc ses coordonnées vérifient l'équation de la droite.

Ses coordonnées sont : (5 ; A_0B_{0pl}) donc A_0B_{0pl} = - 0,027 × 5 + 4 = 3,865 mm.

3.3 $\tan\omega_{pl} = \frac{A_0B_{0pl}}{f'_0} = \frac{3,9}{42} = 0,0929 \Rightarrow \omega_{pl} = 5,3°$

En projetant cet angle à 20 mètres, on trouve que le demi-champ objet de pleine lumière est égal à $20 \times \tan\omega_{pl} = 20 \times 0,0929 = 1,86\ m$

Le champ objet de pleine lumière est donc égal à 2 x 1,86 = 3,72 mètres.

3.4 $d = \sqrt{350^2 + 450^2} = 570\ mm = 0,57\ m$

3.5 Le champ objet de pleine lumière étant supérieur à la diagonale du panneau, celui-ci est entièrement dans le champ de pleine lumière.

PARTIE 4 – ÉTUDE DE LA LUNETTE EN VISION DE PRÈS

4.1 La lunette restant afocale et l'observateur emmétrope n'accommodant pas, l'objet pour la lunette, A_bB_b, doit être à l'infini. AB doit donc être situé sur le foyer principal objet de la bonnette.

$$\overline{O_bA} = \overline{O_bF_b} = f_b = -\frac{1}{D} = -\frac{1}{4} = -0{,}25\ m$$

4.2 $Gc_b = \frac{D}{4} = \frac{4}{4} = 1$

4.3 $G_{VP} = G_{VL} \times Gc_b = 4{,}2 \times 1 = 4{,}2$

4.4 AV_{Kepler} = AV_{client} x Grossissement de la lunette = 2,5/10 x 4,2 = 10,5/10.

4.5 L'acuité visuelle nécessaire pour lire les prix des produits en supermarché étant égale à 10/10, une acuité de 10,5/10 sera suffisante pour lui permettre de les lire.

PARTIE 5 – ÉTUDE DE LA TRANSMISSION DE LA LUMIÈRE À TRAVERS LA LUNETTE DE KEPPER SANS BONNETTE

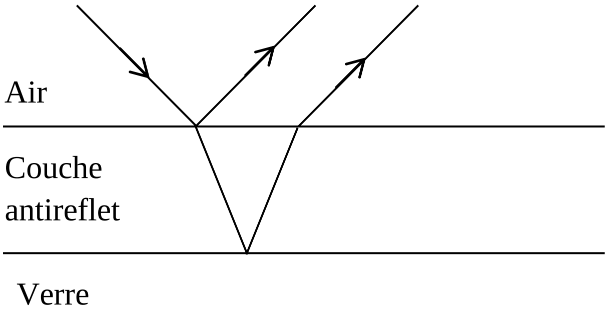
5.1 $R = \left(\frac{n_V - n_{air}}{n_V + n_{air}}\right)^2 = \left(\frac{1{,}5-1}{1{,}5+1}\right)^2 = 0{,}04$

5.2 $T = 1 - R = 1 - 0{,}04 = 0{,}96$

5.3 La lunette est composée de 3 lentilles, donc de 6 dioptres.

$T' = T^6 = 0{,}96^6 = 0{,}783$

5.4 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.



5.5 $n_{ar} = \sqrt{n_V} = \sqrt{1{,}5} = 1{,}225$

5.6 D'après la courbe, on voit que le minimum de réflexion est obtenu pour λ_0 = 500 nm.

5.7 La différence de marche géométrique est donnée par la formule $\delta = 2 \times n_{ar} \times e \times \cos r$. Ici on supposera que l'incidence est quasi-normale donc i = r = 0°, ce qui entraine que $\cos r = 1$, donc $\delta = 2 \times n_{ar} \times e$. A cette différence de marche géométrique, il ne faut pas ajouter de terme correcteur de phase car les deux rayons réfléchis subissent le même type de réflexion (les deux réflexions sont vitreuses). La formule finale est donc :

$$\delta = 2 \times n_{ar} \times e.$$

Pour que l'intensité résultante des interférences soit minimale, il faut que les deux vibrations soient en opposition de phase, donc que $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda_0$.

En identifiant les deux équations, $2 \times n_{ar} \times e = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda_0$

$$e = \frac{\left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda_0}{2 \times n_{ar}}$$

L'épaisseur minimale sera obtenue pour k = 0.

$$e_{\min} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right) \times \lambda_0}{2 \times n_{ar}} = \frac{\lambda_0}{4 \times n_{ar}}$$

5.8 L'application numérique nous donne :

$$e_{\min} = \frac{\lambda_0}{4 \times n_{ar}} = \frac{500}{4 \times 1{,}225} = 102\,nm$$

Document-réponse
(À rendre avec la copie)