



BTS OPTICIEN LUNETIER
OPTIQUE GEOMETRIQUE ET PHYSIQUE – U.42
SESSION 2024

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





PARTIE 1 – FONCTION DU SYSTÈME OPTIQUE

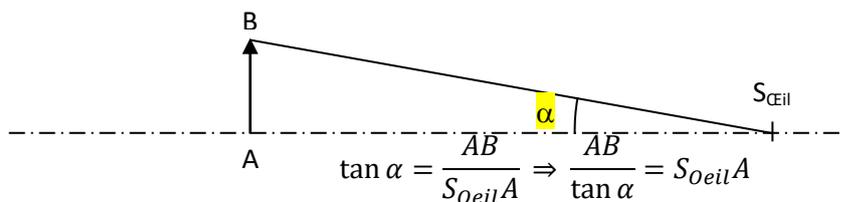
1

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'_{ob}} = \frac{1}{-330} + \frac{1}{24}$$
$$\overline{OA'} = 25,9 \text{ mm.}$$

$$g_{yob} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{25,9}{-330}$$
$$g_{yob} = -0,0784 = -7,84 \times 10^{-2}.$$

- 2 Le technicien utilisateur de la télé-loupe étant emmétrope et n'accommodant pas, l'image finale A'' est située à l'infini. A'' doit donc être placée sur F_{oc}.
- 3 Voir le schéma du document réponse DR1.
- 4 α' est l'angle sous lequel l'observateur voit l'image finale à travers la télé-loupe. Voir le schéma du document réponse DR1.

α est l'angle sous lequel l'observateur verrait l'objet à l'œil nu, donc sans la télé-loupe.



- 5 L'image étant à l'infini, nous sommes dans les conditions intrinsèques.

$$G = \left| \frac{\tan \alpha'}{\tan \alpha} \right| = \left| \frac{\tan \alpha'}{\overline{A''B''}} \times \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A'B'}} \times \frac{\overline{AB}}{\tan \alpha} \right| = \left| P_{ioc} \times g_{yr} \times g_{yob} \times S_{œilA} \right|$$

$$G = \left| g_{yr} \times g_{yob} \times \frac{S_{œilA}}{f_{oc}} \right|$$

6

$$G = \left| -1 \times -7,84 \times 10^{-2} \times \frac{400}{9} \right| = 3,48 \approx 3,5$$

Cette valeur est conforme aux caractéristiques techniques de la télé-loupe.



PARTIE 2 – ÉTUDE DU CHAMP DU SYSTEME

1 Voir le **schéma** du document réponse DR2.

2 L'origine d'un repère est placée au centre de l'objectif.

Les coordonnées du bord supérieur de l'objectif sont (0 ; 6,5),

Les coordonnées du bord supérieur de [D] sont (8,5 ; 5,5),

Les coordonnées de B'pl sont (26 ; rpli).

L'équation de la droite est de la forme $y = a \times x + b$.

En utilisant les coordonnées du bord supérieur de l'objectif, on peut écrire :

$$6,5 = a \times 0 + b, \text{ donc } b = 6,5$$

En utilisant les coordonnées du bord supérieur de [D], on peut écrire :

$$5,5 = a \times 8,5 + 6,5, \text{ donc } a = \frac{5,5-6,5}{8,5} = -0,11765.$$

En utilisant les coordonnées de B'pl , on peut écrire :

$$r_{pli} = -0,11765 \times 26 + 6,5, \text{ donc } r_{pli} = 3,44 \text{ mm}.$$

3 **Le diaphragme permet d'éliminer le champ de contour.** Son diamètre est très légèrement inférieur au **diamètre du champ de pleine lumière** $2r_{pli}=6,88 \text{ mm}$.

$$4 \quad 2r_{pl} = \frac{2r_{pli}}{|g_{yob}|} = \frac{6,8}{7,84 \times 10^{-2}} = 86,7 \text{ mm} \approx 86 \text{ mm}.$$

Cette valeur est **conforme** aux caractéristiques techniques de la télé-loupe.

$$5 \quad P = \frac{\tan \alpha'}{AB(m)} \Rightarrow \tan \alpha' = P \times AB(m)$$

$$\tan \alpha'_{pl} = P \times r_{pl}(m) = 8,75 \times 43 \times 10^{-3} = 0,37625$$

$$\alpha'_{pl} = 20,6^\circ$$

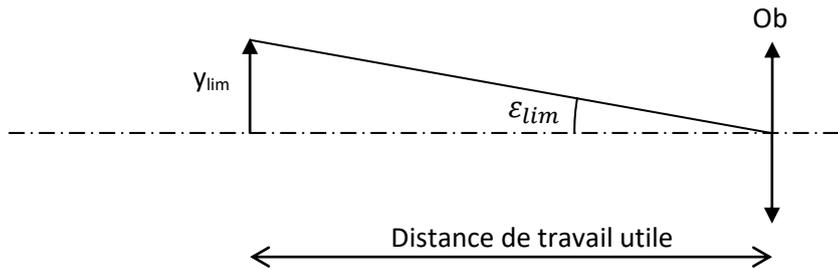
$$2\alpha'_{pl} = 41,2^\circ$$



PARTIE 3 – LIMITE DE RESOLUTION

1 $\varepsilon_{lim} = 1.22 \times \frac{\lambda}{2R_0} = 1.22 \times \frac{555 \times 10^{-9}}{13 \times 10^{-3}} = 5,21 \times 10^{-5} \text{ rad.}$

2 La distance de travail utile est égale à 330 mm.



$$y_{lim} = \tan \varepsilon_{lim} \times \text{distance de travail utile} = \varepsilon_{lim}(\text{rad}) \times \text{distance de travail utile}$$

$$y_{lim} = 5,21 \times 10^{-5} \times 330 = 0,0172 \text{ mm} = 17,2 \mu\text{m} \approx 17 \mu\text{m.}$$

3 $P = \frac{\tan \alpha'}{AB(m)} \Rightarrow AB(m) = \frac{\tan \alpha'}{P}$
 $y_{oeil}(m) = \frac{\tan \varepsilon_{oeil}}{P} = \frac{\varepsilon_{oeil}(\text{rad})}{P} = \frac{3 \times 10^{-4}}{8,75} = 3,43 \times 10^{-5} \text{ m} = 34,3 \mu\text{m} \approx 34 \mu\text{m.}$

4 C'est l'œil qui limite la résolution de l'ensemble (télé-loupe + œil) car y_{oeil} est supérieur à y_{lim} .

5 Deux dents consécutives sont distantes de 7 à 8 centièmes de millimètre, donc de 70 à 80 μm . Cette distance étant supérieure à y_{oeil} , l'horloger peut distinguer deux dents consécutives du mécanisme horloger.



PARTIE 4 – ÉTUDE DE L'ÉCLAIRAGE

- $E = \frac{I}{d^2} \Rightarrow I = E \times d^2 = 20000 \times 0,25^2 = 1250 \text{ cd}.$
- $E_u = \frac{I}{d^2} = \frac{1250}{0,33^2} = 11478 \text{ lx}.$ Cet éclairage étant très supérieur à l'éclairage moyen préconisé de 750 lx, l'horloger pourra bien percevoir les détails de l'objet.
- D'après le schéma **Figure 6** donné sur l'énoncé, on peut écrire que $\tan \alpha = \frac{r}{d}.$
 $r = d \times \tan \alpha = 0,33 \times \tan 20^\circ = 0,12 \text{ m}$
 $S = \pi \times r^2 = \pi \times 0,12^2 = 0,0452 \text{ m}^2 \approx 4,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2.$
- $E_u = \frac{F}{S} \Rightarrow F = E_u \times S = 11478 \times 4,5 \times 10^{-2} = 516,5 \text{ lm}.$
- $\eta = \frac{F}{P_e} \Rightarrow P_e = \frac{F}{\eta} = \frac{516,5}{100} = 5,165 \text{ W}.$
- $5,165 \text{ W} < 35 \text{ W},$ l'éclairage LED **consomme moins d'électricité** que l'éclairage à filament pour la même efficacité d'éclairage.



PARTIE 5 – OPTIMISATION DE LA TRANSMISSION DU SYSTEME

1 L'objectif est un doublet, donc il est composé de 2 lentilles, donc de 4 dioptries.

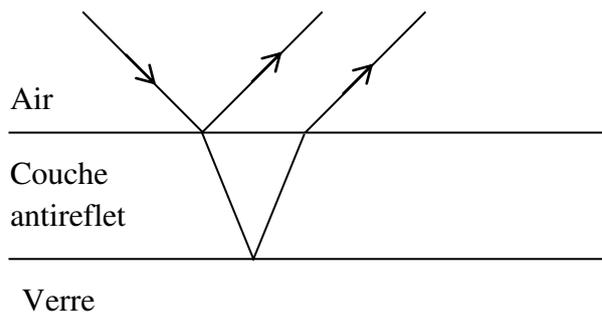
L'oculaire est composé de 3 lentilles, donc de 6 dioptries.

Il y a 4 transmissions dans le système redresseur, donc 4 dioptries.

$N = 4 + 6 + 4 = 14$ dioptries.

2 $T_{\text{télé-loupe}} = (T_{\text{dioptrie}})^N = 0,958^{14} = 0,548 = 54,8 \%$.

3 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.



4 En comparant les deux courbes de la **Figure 7**, on remarque que, dans presque tout le spectre visible, le traitement 3-couches a un coefficient de réflexion inférieur au traitement monocouche. Il va donc être préférable d'utiliser le traitement multicouche au traitement monocouche pour réduire la quantité de lumière réfléchi par les dioptries, et ainsi augmenter le coefficient de transmission.

5 Sur, la **Figure 7**, on peut estimer que pour la longueur d'onde de 500 nm, le coefficient de réflexion d'un dioptre avec le traitement monocouche est environ égal à 0,013 et que celui d'un dioptre avec le traitement multicouche est environ égal à 0,001.

Le coefficient de transmission T est égal à $1 - R$.

$$T'_{\text{télé-loupe}} = (1 - 0,013)^{14} = 0,987^{14} = 0,833 = 83,3 \%$$

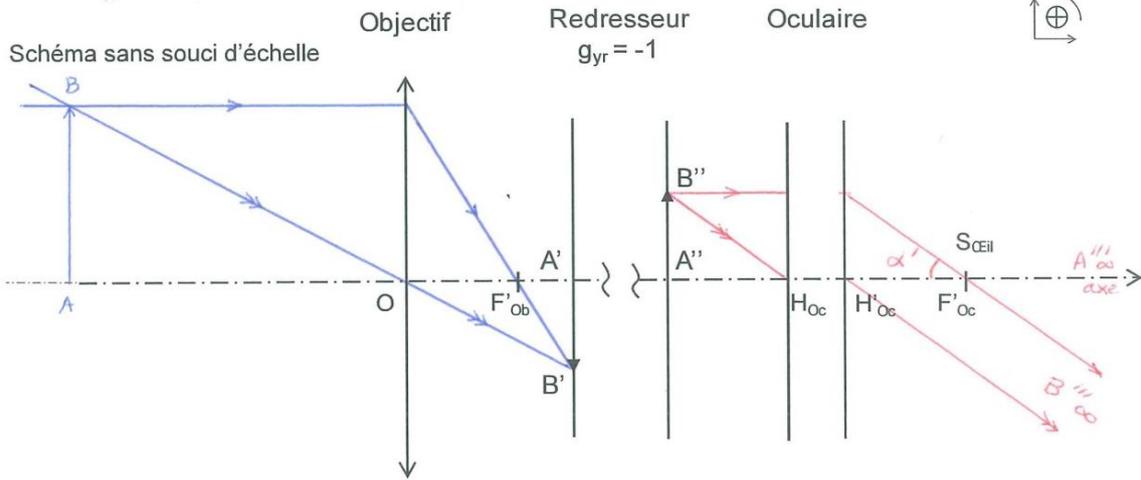
$$T''_{\text{télé-loupe}} = (1 - 0,001)^{14} = 0,999^{14} = 0,986 = 98,6 \%$$

Le traitement multicouche est beaucoup plus efficace que le traitement monocouche.

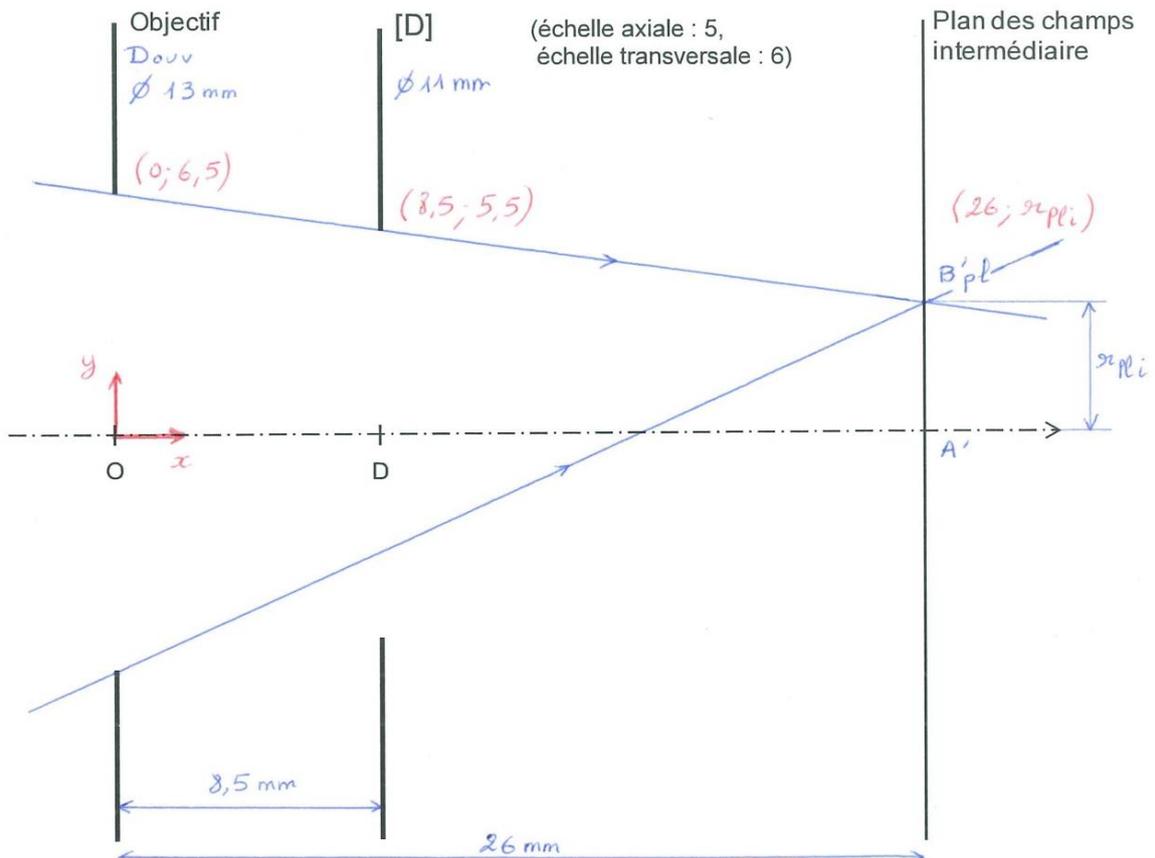


DOCUMENT RÉPONSE
(à rendre avec la copie)

Document réponse DR1



Document réponse DR2



BTS OPTICIEN LUNETIER	Session 2024
OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE - U.42	Code : 24OLOGPH Page : 7/7