

CONTROLE TERMINAL

Optique matricielle & Photométrie Phys4C

Durée 2h - Sans document, calculatrice autorisée, téléphones portables éteints.
 Les 2 exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre indifférent.
 La présentation et la rédaction de la copie seront prises en compte.

Exercice I : Etude d'un œil myope avec la méthode matricielle

On considère le modèle théorique de l'œil myope réduit : l'œil est assimilé à un dioptre sphérique de sommet C et il est caractérisé par ses points principaux objet H_o et image H_i et les plans principaux correspondants, ainsi que par la position de la rétine R' (cf. Fig. (1)). L'indice de l'air sera pris égal à $n_a = 1$ et l'indice du corps vitré sera pris égal à $n_{CV} = 1,336$.

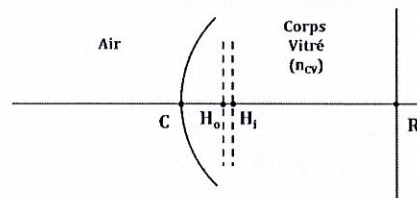


FIGURE 1 – Modélisation optique d'un œil (œil réduit). Le schéma n'est pas à l'échelle.

Cet œil myope est décrit, lorsqu'il est *au repos accommodatif* par la matrice de transfert suivante :

$$T(\overline{CR'}) = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.1535 & 0.0190 \\ -60 & 0.9042 \end{pmatrix}$$

en unités SI. En particulier, prenez garde que les distances sont en mètres...

1. Donnez la vergence V_0 au repos de cet œil. Calculez la distance focale objet f_o et la distance focale image f_i de l'œil au repos (vous donnerez les résultats numériques arrondis à deux chiffres après la virgule).
2. Rappelez sans démonstration la matrice de conjugaison entre deux points conjugués A_o et A_i .
3. Rappelez la définition des points principaux H_o et H_i . En exprimant la matrice $T(\overline{H_oH_i})$ de deux manières différentes, déterminez les expressions de $\overline{CH_o}$ et $\overline{R'H_i}$ en fonction des distances focales et des éléments T_{ij} de la matrice de transfert de l'œil. Faites les applications numériques.
4. Sachant que le Punctum Remotum (R) est le point conjugué objet de la rétine R' lorsque l'œil est au repos accommodatif et en calculant la matrice $T(\overline{RR'})$, déterminez la position du Punctum Remotum de cet œil en donnant l'expression littérale de la position \overline{CR} en fonction des T_{ij} . Faites l'application numérique. Déduisez-en la valeur de $\overline{H_oR}$.
5. On place devant cet œil un verre de lunette pour le compenser en vision de loin. Ce verre de lunette est une lentille divergente de vergence V et placée à une distance $\overline{LC} = 15 \text{ mm}$ (cf. Fig. (2)).

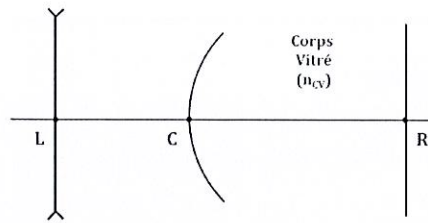


FIGURE 2 – Œil muni d'un verre compensateur. Le schéma n'est pas à l'échelle.

Calculez la matrice de transfert $T(\overline{LR'})$

$$T(\overline{LR'}) = \begin{pmatrix} T'_{11} & T'_{12} \\ T'_{21} & T'_{22} \end{pmatrix}$$

en fonction de V (Rem : attention aux unités...).

(NB : faites tous les calculs dans un premier temps en utilisant les T'_{ij} et ne faites les applications numériques que tout à la fin, en conservant chaque fois 4 chiffres après la virgule.)

- On considère un objet M placé à une distance $\overline{ML} = z_M$ et qui est tel que son image est R' . Ecrivez la matrice de conjugaison $T(\overline{MR'})$, et déduisez-en l'expression de V en fonction de z_M . (NB : faites tous les calculs dans un premier temps en utilisant les T'_{ij} et ne faites les applications numériques que tout à la fin, en conservant chaque fois 4 chiffres après la virgule.)
- Sachant que le verre permet de voir net un objet à l'infini lorsque l'œil est au repos accommodatif, déduisez de la question précédente la valeur de la vergence V du verre de lunette.

Exercice II : Photométrie

- Les caractéristiques d'une lampe halogène sont : $P_{\text{électrique}} = 500 \text{ W}$; $P_{\text{rayonnée}} = 400 \text{ W}$; $P_v = 8000 \text{ lm}$.
Cette source suit :
 - la loi de Stefan : $P_{\text{rayonnée}} = \sigma ST^4$ avec $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$, où S est la surface de la source.
 - la loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, où λ_{max} est la longueur d'onde du maximum d'émission de la source.
 - Calculez son efficacité lumineuse et son rendement énergétique.
 - Le filament a pour longueur $l = 5 \text{ cm}$ et son diamètre est $d = 0,2 \text{ mm}$. Calculez la température du filament lorsque la lampe éclaire.
 - Calculez la longueur d'onde du maximum de rayonnement. Dans quel domaine se situe-t-il ?
 - Cette lampe, considérée comme ponctuelle est utilisée dans un luminaire qui répartit uniformément la lumière dans le demi-espace supérieur (éclairage indirect par réflexion sur le plafond). Calculez l'intensité lumineuse caractérisant cette source.
- Une source supposée ponctuelle et isotrope émet un flux lumineux total (dans tout l'espace) égal à 1257 lm . Calculez l'éclairement que produit la source sur un écran situé à 10 m . Quel serait l'éclairement si on focalise tout le flux lumineux émis dans un cône de demi-angle au sommet de 15° ?
- Un projecteur comporte une source de luminance uniforme L et de surface apparente $s = 2 \text{ cm}^2$. On considère que cette source émet dans toutes les directions avec $I = \text{constante}$, et qu'il existe un système de réflecteurs qui renvoie toute la lumière dans la direction souhaitée. La source est placée à une distance D d'un système optique dont le facteur de transmission, défini comme étant le rapport du flux transmis par le système et du flux incident est $T = \frac{F_{\text{trans}}}{F_{\text{inc}}} = 0.85$. Ce projecteur éclaire un écran de surface $S_e = 16 \text{ m}^2$ et l'éclairement moyen vaut $E_{\text{moy}} = 680 \text{ lux}$.
 - Calculez le flux lumineux au niveau de l'écran.
 - Déduisez-en le flux lumineux émis par la source.
 - Calculez la luminance de la source.
 - Calculez la puissance de la lampe, sachant que son efficacité lumineuse vaut $\eta = 32 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$.