

## CONTROLE TERMINAL

## Optique matricielle &amp; Photométrie Phys4C

Durée 2h00 - Sans document, calculatrice autorisée. Téléphones portables éteints

Les 3 exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre indifférent.

**Exercice I : Oculaire d'Huyghens Temps maximal conseillé :  $\approx 1h$** 

On se propose d'étudier un oculaire d'Huyghens (placé dans l'air) constitué d'une lentille mince convergente  $L_1$  de centre  $E$  de distance focale  $f_i^{(1)}$  et d'une deuxième lentille mince convergente également  $L_2$  de centre  $S$  et de distance focale  $f_i^{(2)}$ , avec  $\overline{ES} = e$ . Ces deux lentilles constituent un doublet (3, 2, 1), c'est-à-dire que  $\frac{f_i^{(1)}}{3} = \frac{e}{2} = \frac{f_i^{(2)}}{1} = a$ .

- Déterminez la matrice de transfert  $T(\overline{ES})$  du système en exprimant chaque terme en fonction du paramètre  $a$  uniquement. Quelle est la vergence du système? Déduisez-en les distances focales objet  $f_o$  et image  $f_i$  du système. Le système est-il convergent ou divergent?
- On prend  $a = 3 \text{ cm}$ . Faites les applications numériques de la question précédente : donnez les valeurs des coefficients de la matrice, la vergence et les distances focales du doublet.
- Rappelez sans démonstration la forme générale de la matrice de conjugaison  $T(\overline{A_o A_i})$  entre deux points conjugués  $A_o$  et  $A_i$  sur l'axe optique.
- Exprimez cette même matrice d'une autre façon en faisant intervenir la matrice  $T(\overline{ES})$  et en posant  $z_o = \overline{EA_o}$  et  $z_i = \overline{SA_i}$ .
- Un objet de hauteur  $2 \text{ cm}$  est placé en  $A_o$  tel que  $z_o = -4a$ . Déterminez les caractéristiques de son image (position et taille).
- Rappelez la définition des plans et points principaux d'un système optique. Utilisez les résultats de la question 3 pour déterminer la position des points principaux  $H_o$  et  $H_i$  en calculant les distances  $\overline{EH_o}$  et  $\overline{SH_i}$  : vous donnerez d'abord leurs expressions littérales en fonction de  $a$  uniquement puis leur valeurs numériques.
- Déduisez-en la position du foyer objet  $F_o$  et du foyer image  $F_i$  du doublet.

**Exercice II : Association d'une lentille et d'un miroir Temps maximal conseillé :  $\approx 30 \text{ min}$** 

On considère une lentille mince (convergente) de distance focale image  $f_i$ .

- Déterminez la matrice de transfert entre les deux plans focaux  $T(\overline{F_o F_i})$ .

On place maintenant un miroir plan dans le plan focal image de la lentille.

- Calculez la matrice de transfert de l'ensemble lentille + miroir en considérant que le plan de front d'entrée et le plan de front de sortie sont confondus avec le plan focal objet, autrement dit calculez la matrice  $T(\overline{F_o F_o})$ .
- Quelle est la vergence du système ainsi obtenu? Comment appelle-t-on un tel système?

**Exercice III : Photométrie Temps maximal conseillé :  $\approx 30$  min**

1. 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  $E_{\text{moy}} = 680\text{ lux}$ .
  - (a) Calculez le flux lumineux au niveau de l'écran.
  - (b) Déduisez-en le flux lumineux émis par la source.
  - (c) Calculez la luminance de la source.
  - (d) Calculez la puissance de la lampe, sachant que son efficacité lumineuse vaut  $\eta = 32\text{ lm.W}^{-1}$ .
2. Une table de travail carrée de côté  $a = 3\text{ m}$  est éclairée par une lampe  $S$  supposée ponctuelle dont la projection orthogonale sur la table coïncide avec le milieu  $H$  d'un de ses côtés. L'intensité lumineuse isotrope de la lampe est  $I = 900\text{ cd}$ .
  - (a) Exprimez l'éclairement  $E_c$  au centre  $C$  de la table en fonction de  $I$ , de  $a$  et de l'angle  $\alpha = \widehat{CSH}$ .
  - (b) Calculez cet éclairement  $E_c$  pour  $\alpha = 45^\circ$ .