

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 : Optique matricielle

Une lentille boule est formée de deux dioptries D_1 et D_2 sphériques de même centre C , de sommets respectifs S_1 et S_2 , de rayons de courbure $\overline{S_1C} = -\overline{S_2C} = R$, d'épaisseur $e = \overline{S_1S_2} = 2R$ (avec $R > 0$), et d'indice $n = 3/2$. La lentille baigne à moitié dans l'air d'indice $n_o = 1$ et moitié dans l'eau d'indice $n_i = 4/3$. Elle est éclairée par des rayons lumineux arrivant par la gauche.

- Déterminez les vergences V_1 et V_2 des deux dioptries D_1 et D_2 en fonction de R seulement.
- Déterminez la matrice de transfert $T(\overline{S_1S_2})$ du système en exprimant tous ses éléments en fonction de R uniquement. Vous montrerez notamment qu'on a les éléments suivants :

$$T(\overline{S_1S_2}) = \begin{pmatrix} 1/3 & T_{12} \\ T_{21} & 7/9 \end{pmatrix}$$

- Exprimez la vergence de la boule en fonction de R . Quelles sont ses distances focales objet et image ?
- Donnez sans démonstration la matrice de conjugaison entre deux points conjugués A_o et A_i .
- Rappelez la définition des plans principaux \mathcal{P}_o et \mathcal{P}_i et des points principaux H_o et H_i , et déduisez-en leurs positions dans le cas de cette boule, en calculant les distances $\overline{S_1H_o}$ et $\overline{S_2H_i}$ en fonction de R .
- Calculez $\overline{H_oH_i}$. Que remarquez-vous ?
- Donnez la position du point nodal objet N_o , en calculant $\overline{S_1N_o}$. Déduisez-en que N_o est confondu avec le point C . Que pouvez-vous dire de N_i ?
- Déduisez des questions 3 et 5 la position du point focal objet F_o en calculant $\overline{S_1F_o}$ en fonction de R , puis celle du point focal image F_i en calculant $\overline{S_2F_i}$ en fonction de R .
- On considère un objet A_oB_o tel que $\overline{S_1A_o} = -\frac{R}{2}$ et $\overline{A_oB_o} = \frac{R}{2}$. Déterminez, en fonction de R , la position et la taille de son image A_iB_i . L'image est-elle réelle ou virtuelle ?

Exercice II : Photométrie

- Une lampe fluorescente de puissance $P = 10W$ a une intensité lumineuse de $I = 35cd$. Calculez son flux lumineux et l'efficacité lumineuse de la lampe.
- Calculez l'éclairement E d'une surface située à 120 cm d'une lampe dont l'intensité est égale à 72 cd, lorsque la surface est normale au flux.
- Calculez l'éclairement au bord d'une petite table circulaire de rayon $R = 1m$, si une source de 12500 lm, supposée isotrope, est suspendue à $H = 3m$ au-dessus de son centre. Jusqu'à quelle distance D du centre de la table pourra-t-on lire sans fatigue un livre placé sur cette table, ceci étant réalisé si l'éclairement est au moins de 100 lux ?
- Un terrain de foot de dimension $75m \times 120m$ doit avoir un éclairement moyen de $E = 950lux$. Quel est le nombre n de lampes, d'intensité lumineuse $I = 5000cd$ chacune, doit-on mettre en place sachant que les lampes sont munies de réflecteurs permettant à 60% du flux lumineux d'atteindre le terrain ?