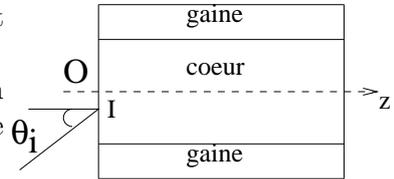


# OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## I. Fibre optique à saut d'indice

Une fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cœur en silice d'indice  $n_1$  et d'une gaine d'indice  $n_2$  légèrement inférieur à  $n_1$ .

Elle permet de transporter des informations par modulation de l'amplitude d'un faisceau lumineux confiné à l'intérieur de la fibre. Dans cet exercice on considère que la fibre reste droite.



1. On considère un rayon SI arrivant sur la fibre. Montrer que si  $\theta_i$  reste inférieur à un angle noté  $\theta_a$ , un rayon peut être guidé dans le cœur.

2. On appelle ouverture numérique (O.N) la grandeur  $\sin(\theta_a)$ . Exprimer O.N. en fonction de  $n_1$  et de  $\Delta = \frac{n_1^2 - n_2^2}{2n_1^2}$ .

Faites l'application numérique avec :  $\Delta = 10^{-2}$  et  $n_1 = 1,5$ .

3. Une impulsion lumineuse arrive à  $t = 0$ , au point O sous la forme d'un faisceau conique convergent de demi-angle au sommet  $\theta_i < \theta_a$ . Pour une fibre de longueur  $\ell$ , calculer l'élargissement temporel  $\Delta t$  de cette impulsion à la sortie de la fibre. On exprimera  $\Delta t$  en fonction de  $\ell$ ,  $n_1$ ,  $c$  la célérité de la lumière et  $\theta_i$ .

4. Quelle quantité d'informations cette fibre peut-elle transporter par seconde ? Qu'en pensez-vous ? Comment améliore-t-on cela ?

Données :  $\ell = 10$  km,  $\theta_i = 8^\circ$ ,  $n_1 = 1,5$

## II. Grandissement d'une lentille

Faire une construction géométrique permettant de déterminer les points conjugués dans un grandissement donné pour une lentille divergente puis convergente. Pour la démonstration, on pourra prendre  $\gamma = 2$ .

## III. Défauts de l'œil

On rappelle qu'un myope voit mal les objets éloignés et un hypermétrope les objets proches. Un œil normal est dit emmétrope.

On considère un myope et un hypermétrope portant des lunettes. Les verres du premier sont des lentilles divergentes et ceux du second des lentilles convergentes. On raisonnera sur des lentilles de distances focales égales à  $\pm 25$  cm selon la lentille considérée. Ici l'œil est un **objet pour la lentille**.

1. Préciser à l'aide d'une construction géométrique si l'image de l'œil est réelle ou virtuelle.

2. Dédurre de cette construction si l'image est droite ou renversée, agrandie ou rétrécie.

3. Une personne face à vous porte des lunettes. Comment savoir si elle est hypermétrope ou myope ?

## IV. Oculaire

Un oculaire se compose de deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$ , de même distance focale  $f'_1 = f'_2 = 3$  cm. Elles sont positionnées de telle sorte que  $\overline{O_1O_2} = 2$  cm.

1. Trouver par construction et par calcul les foyers objet (F) et image (F') de ce système.

2. On étudie un objet AB de hauteur 0,5 cm placé à  $\overline{O_1A} = -0,75$  cm. Déterminer la position de l'image définitive A'B'. Justifier que cet oculaire joue un rôle de loupe<sup>1</sup>

1. Quelle type d'image obtient-on avec une loupe : réelle ou virtuelle ? Plus grande ou plus petite que l'objet ?

## V. Lunette astronomique

On modélise une lunette astronomique par deux lentilles minces convergentes. L'objectif  $L_1$  est de focale  $f'_1 = 80$  cm et de diamètre  $D = 60$  mm, l'oculaire  $L_2$  est de focale  $f'_2 = 6,0$  mm. La lunette est afocale.

1. Pourquoi la lunette est afocale? Quelle est la distance entre  $L_1$  et  $L_2$ ?
2. Faire un schéma sans respecter l'échelle.
3. Soit un rayon lumineux incident faisant un angle  $\alpha_1$  avec l'axe optique et passant par le foyer objet de  $L_1$ . Construire la marche de ce rayon lumineux à travers la lunette, les conditions de Gauss étant respectées.
4. Le rayon émerge en faisant un angle  $\alpha_2$  avec l'axe optique. Calculer le grossissement  $G = \left| \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \right|$ . Pourquoi le grossissement est ici la grandeur la plus pertinente? Rappeler ce qu'est le grandissement.
5. Au moment de l'observation, on connaît les distances suivantes : distance Terre-Mars :  $7,0 \cdot 10^7$  km, distance Terre-Lune =  $3,8 \cdot 10^5$  km.

Le diamètre de Mars est  $d_M = 6800$  km, le diamètre de la Lune  $d_L = 3400$  km. On estime à  $30^\circ$  l'angle maximal sous lequel l'observateur peut voir une image. Verra-t-il Mars en entier? La Lune en entier?

## VI. Grossissement d'un microscope

Un microscope est constitué par association de deux lentilles jouant respectivement les rôles d'objectif et d'oculaire. L'image finale est formée sur la rétine de l'œil de l'observateur.

L'objet observé est à  $2,5$  cm devant l'objectif de focale  $f_1 = 2$  cm et l'oculaire a pour focale  $f_2 = 6$  cm.

L'œil accomode de façon à avoir  $f'_3 = 3$  cm. La distance objectif-oculaire est  $\Delta = 16$  cm.

1. Où se trouve l'image finale? Faire un schéma du système.
2. Calculer le grossissement  $G$ , correspondant au rapport de l'angle sous lequel on voit l'objet avec le microscope et de l'angle maximal sous lequel on peut voir l'objet à l'œil nu. On se placera dans le cas où le punctum proximum de l'observateur est de  $25$  cm.

