

# TD 1 - Optique géométrique

IPESUP - PC

DATE

## 1 Rappels de cours

- Loi de Snell-Descartes pour la réflexion : lors d'un changement de milieu (d'indice  $n_1$  à  $n_2$ ), le rayon réfracté appartient au plan formé par le rayon incident et la normale au point d'incidence. Les angles  $i$  et  $r$  entre la **normale** et le **point d'incidence** respectent la relation suivante  $\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{n_2}{n_1}$
- Relation de conjugaison de Descartes :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ . Attention aux signes !
- Relation de Newton :  $\overline{F'A'} \times \overline{FA} = -f'^2$

## 2 Chemins optiques

La lentille (L) est en verre d'indice  $n$  et de centre optique  $O$ . Elle a une épaisseur  $e$  au niveau du centre optique. Soit  $f'$  la distance focale de la lentille et  $n_{air}$  l'indice optique de l'air. Soient  $M$  et  $M'$  deux point de l'espace dont les coordonnées sont respectivement  $(x, 0)$  et  $(x', y')$ . On place une source de lumière  $S$  devant la lentille sur l'axe  $(Ox)$ .

1. On suppose que  $OS = f'$ . Représenter le schéma de la situation et construire les rayons issus de  $S$  qui parviennent en  $M$  et  $M'$ . Exprimer  $(SM)$  et  $(SM')$  les chemins optiques.
2. Même question si  $OS = \frac{3f'}{2}$ .

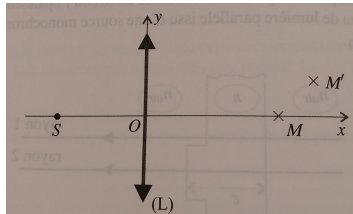


FIGURE 1 – Schéma de la lentille

## 3 Modèle d'une cavité

On modélise une cavité optique par une suite de lentilles convergentes identiques de focale  $f'$ , coaxiales, et séparées d'une distance  $a$ . La lentille  $n$  est frappée au point d'abscisse  $y_n$  par un rayon lumineux. L'angle entre l'horizontale et le rayon lumineux est noté  $\alpha_n$  et est compté positivement dans le sens direct.

1. Déterminer deux relations de récurrence entre  $y_{n+1}$  et  $y_n$ ,  $\alpha_{n+1}$  et  $\alpha_n$  puis en déduire une relation d'ordre 2 sur les  $y_n$ .
2. A quelle condition sur  $a$  et  $f$  le dispositif est-il intéressant ?
3. Résoudre le problème dans le cas où  $a = 2f$ .

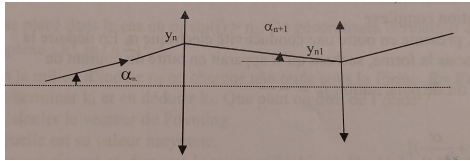


FIGURE 2 – Schéma de la cavité

## 4 Fibre optique

On considère une fibre optique orientée selon l'axe  $(Oz)$  dont le milieu est d'indice variable  $n(r) = n_0 \sqrt{1 - (\frac{kr}{a})^2}$  et dont la gaine est d'indice  $n_G$ .

1. Déterminer  $k$  pour avoir continuité de l'indice.
2. Pourquoi peut-on se placer dans le plan  $(Ozx)$  ?
3. On considère un rayon incident sur une strate  $r = \text{cte}$  d'angle d'incidence  $i$ . Montrer qu'on a alors  $n(r) \sin(i) = C$ .
4. En déduire que  $(\frac{dr}{dz})^2 = An(r)^2 - 1$ , avec  $A$  une constante à déterminer.
5. Déterminer  $r(z)$  l'équation de la trajectoire d'un rayon lumineux.

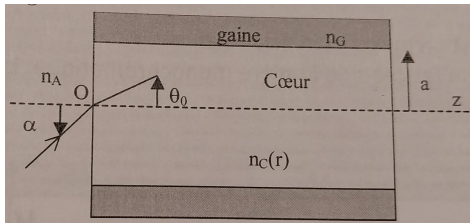


FIGURE 3 – Schéma de la gaine