

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 : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$
- Relation de Newton : $\overline{F'A'}\overline{FA} = -f'^2$

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 $OS = \frac{3f'}{2}$.

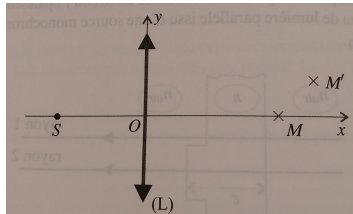


FIGURE 1 – Schéma de la lentille

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 α_n et est compté positivement dans le sens direct.

1. Déterminer deux relations de récurrence entre y_{n+1} et y_n , α_{n+1} et α_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 $a = 2f$.

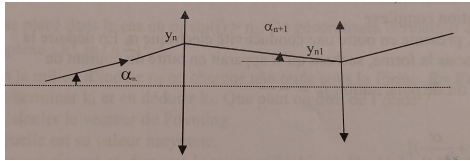


FIGURE 2 – Schéma de la cavité

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.

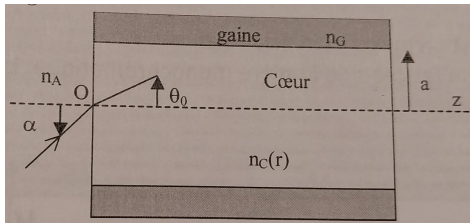


FIGURE 3 – Schéma de la gaine