

Travaux dirigés d'Optique  
Série n° 3 : Cycle Préparatoire, 1<sup>ère</sup> Année

**Exercice 1 :**

On réalise l'inclusion d'un insecte  $AB$  dans de la résine d'indice  $n = 3/2$ . L'indice de l'air est  $n' = 1$ . La surface  $\Sigma$  de la résine est une portion de sphère de rayon  $R$  et de centre de courbure  $C$  (*figure 1*). L'insecte est placé à  $1\text{cm}$  du sommet  $S$  à l'intérieur de la résine et l'on veut à travers la surface en obtenir une image  $A'B'$  avec un grandissement transverse  $|\gamma| = 1, 1$ . Suivant le signe choisi pour  $\gamma$  ( $\gamma = \pm 1, 1$ ), il y a deux solutions. Dans chaque cas donner la position de l'image  $A'$  et sa nature, ainsi que le rayon de courbure  $R = SC$ .

Dans chaque cas, représenter sommairement à l'échelle les positions de  $S$ ,  $C$ ,  $A$  et  $A'$ . Quelle est la "bonne solution" ?

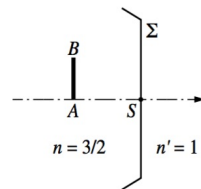


FIGURE 1 – Dioptre Sphérique

**Exercice 2 :**

Soit une boule de verre de rayon  $R$  et d'indice  $N$ , plongé dans l'air d'indice égale à 1. On veut montrer dans l'approximation de Gauss qu'elle est équivalente à une lentille mince (*figure 2*).

1. Déterminez la relation de conjugaison de cette lentille boule et en déduire sa distance focale image  $f'$  en fonction de  $R$  et  $N$ .
2. Donnez en la démontrant, l'expression du grandissement  $\gamma$  de cette lentille.  
On veut maintenant retrouver l'expression de  $f'$  directement à partir des lois de Descartes, toujours dans l'approximation de Gauss. On suppose donc  $H$  et  $S_2$  confondus et on identifie la tangente et le sinus d'un angle à cet angle.
3. Déterminez les angles du triangle  $OJF'$  en fonction de  $N$  et  $r$ .
4. Déterminez la distance  $HF'$  en fonction de  $R$  et  $N$ , puis la distance focale  $f' = OF'$  toujours en fonction de  $R$  et  $N$ . Comparez avec le résultat obtenu à la question 1.

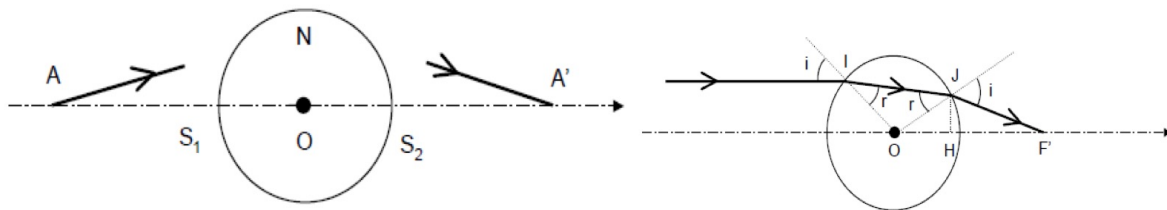


FIGURE 2 – Lentille Boule

### Exercice 3 :

Une lunette astronomique comporte un objectif de distance focale  $f'_1 = 1m$  et un oculaire de distance focale  $f'_2 = 2cm$ , assimilés tous les deux à des lentilles minces séparées d'une distance  $e$ . L'observateur place son oeil au foyer image  $F'_2$  de l'oculaire et observe un objet situé à l'infini. Calculer la position de l'image finale, par rapport à l'oculaire. Calculer  $e$  dans les 2 conditions suivantes :

1. l'oeil n'accommode pas.
2. l'oeil accommode à 25 cm.

### Exercice 4 :

Soit une lentille mince convergente plan convexe, constituée par un verre d'indice  $n$  et dont les surfaces sont un dioptre sphérique de rayon  $R$  et un dioptre plan. On appellera  $O$  le centre optique de la lentille,  $F$  et  $F'$  ses foyers objet et image.

1. Quelle est la distance focale image  $OF' = f'$  de la lentille en fonction de  $n$  et  $R$ ? Application numérique :  $n = 1,5$  et  $R = 12,5cm$ .
2. On se propose de mesurer cette distance focale. Le point  $A$  de l'objet  $AB$  étant situé sur l'axe optique de la lentille,  $A'$  est son image. (Figure 3).
  - a. Étudier comment variant la quantité  $AA' = y$  ( $OA = x$ ) ainsi que le grandissement  $\gamma$  lorsque  $A$  se déplace.
  - b. Tracer les graphes  $y(x)$  et  $\gamma(x)$ . On placera correctement les asymptotes. On représentera  $f'$  par 2cm.
  - c. Exprimer  $y$  uniquement en fonction de  $\gamma$  et  $f'$ .
  - d. On règle les positions de l'objet et de l'écran de façon à obtenir un grandissement égal a -1. On trouve :  $y = 101cm$  à 1cm près. En déduire la distance focale  $f'$  de la lentille et l'incertitude sur  $f'$ .
3. On accole un miroir plan à la lentille. Le point  $A$  de l'objet  $AB$ , situé sur l'axe optique de la lentille, a pour image, à travers le nouveau système, le point  $A'$ . (Figure 3).
  - a. Étudier comment varie la quantité  $AA' = z$  ainsi que le grandissement  $\gamma$  lorsque  $A$  se déplace ( $OA = x$ ).
  - b. Tracer les graphes  $z(x)$  et  $\gamma(x)$ . On placera correctement les asymptotes. On représentera  $f'$  par 4cm.
  - c. On déplace l'objet de façon a recueillir l'image dans le plan même de l'objet. On trouve :  $x = -25,1cm$  à 2mm près. En déduire la distance focale  $f'$  de la lentille et l'incertitude sur  $f'$ .
4. Quelle est la méthode de mesure de la distance focale la plus précise?

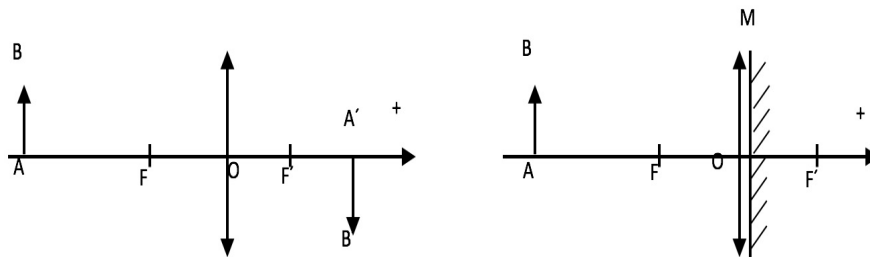


FIGURE 3 – Collimation

### Exercice 5 : facultatif

Un microscope contient un objectif de 1 cm de distance focale et un oculaire de 5 cm de distance focale. La distance les séparant est fixe et égale à 30 cm. La mise au point s'effectue en déplaçant l'ensemble par rapport à l'objet. Un individu à vision normale regarde l'image finale  $A'B'$  d'un objet  $AB$  en plaçant son oeil contre l'oculaire.

1. Sachant qu'il place l'image finale à 25 cm de son oeil, déterminer la position  $p_2$  (par rapport à l'oculaire) de l'image intermédiaire  $A''B''$  donnée par l'objectif. En déduire la position  $p_1$  de l'objet  $AB$  par rapport à l'objectif. En déduire le grandissement  $\gamma_1$  causé par l'objectif, et le grandissement  $\gamma_2$  de l'oculaire ainsi que le grossissement total  $\gamma$ .
2. Il déplace l'objet  $AB$  de telle façon que l'image finale  $A'B'$  soit rejetée à l'infini. En déduire la nouvelle position  $p_1$  de l'objet par rapport à l'objectif. Calculer le nouveau grandissement  $\gamma_1$  et le grossissement  $G_2$  de l'oculaire. Quel est le grossissement final  $G$  du microscope?