

Licence de Physique-Chimie 2^{ème} année, section physique
Epreuve intermédiaire

I. Question de cours

- 1) Définir l'angle de réflexion limite entre deux milieux d'indices de réfraction n_1 et n_2 . Prendre un exemple.
- 2) Donner la définition des éléments cardinaux d'un système centré (points principaux, points nodaux, foyers). Que peut-on dire de ces éléments dans le cas où les deux milieux extrêmes sont identiques ? Que deviennent ces éléments dans le cas d'une lentille mince ?

II. Lentilles minces

1) Doublet afocal

Une lentille mince divergente L_1 , de focale 3cm, centrée sur l'axe $z'z$, est placée en O_1 . Une lentille mince convergente L_2 , de focale 10cm, centrée sur l'axe $z'z$, est placée en O_2 de telle sorte que $\overline{O_1O_2} = e > 0$. Le système est placé dans l'air ($n=1$).

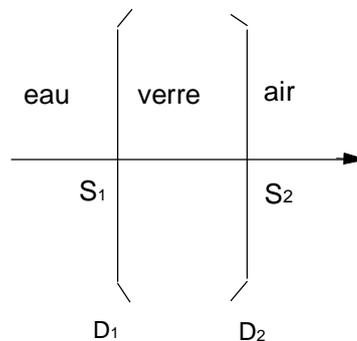
- a) Calculer les vergences V_1 et V_2 des lentilles L_1 et L_2 et en déduire la vergence du doublet en fonction de e .
- b) Indiquer la valeur numérique de e pour que le doublet soit afocal (elle peut être calculée ou bien déduite par une argumentation simple).

On garde cette valeur de e par la suite.

- c) Vérifier le caractère afocal par une construction géométrique appropriée à l'échelle 1 selon $z'z$.
- d) On utilise ce doublet comme élargisseur de faisceau parallèle. Déterminer le grandissement transversal.

2) Lentille convergente avec milieux extrêmes différents.

La paroi verticale d'un aquarium est une lentille en verre, bi-convexe, d'axe optique horizontal (voir schéma ci-dessous). Le rayon de courbure du dioptre D_1 de sommet S_1 est 1m. Le rayon de courbure du dioptre D_2 de sommet S_2 est 2 m. Les indices de réfraction sont 1,5 pour le verre, 1,35 pour l'eau et 1 pour l'air.



- a) Calculer la vergence et les éléments cardinaux de la lentille en l'assimilant à une lentille mince.
- b) Un poisson plat est situé à 2m de la paroi, orthogonalement à l'axe optique. Déterminer la position et la nature de l'image donnée par la lentille pour un observateur situé dans l'air et sur l'axe optique. Calculer le grandissement transversal.

- c) Faire la construction géométrique correspondante. On choisira l'échelle $1/50^{\text{ème}}$ selon la direction de l'axe optique (2cm correspondent à 1 m) et une échelle raisonnable selon la direction perpendiculaire.

III. Lentilles épaisses

Dans toute l'étude, on se place dans l'approximation de Gauss.

- 1) On considère une lentille sphérique de rayon 1 cm, constituée d'un milieu d'indice $n = 2$ et plongée dans l'air (indice $n_0 = 1$), représentée en figure 1.
 - a) Calculer directement la position du foyer image de la lentille en considérant l'effet de chaque dioptré. Un rayon lumineux parallèle à l'axe $z'z$ se propageant dans le sens $z'z$, à une distance x de celui-ci, est incident sur le dioptré de sommet S_1 (voir figure 1). On suppose $x \ll 1$ cm. En utilisant la loi de Snell-Descartes dans l'approximation des petits angles, déterminer l'angle d'émergence du rayon lumineux à la sortie de la lentille en fonction de x .
 - b) Ecrire la matrice de transfert de la lentille à partir des matrices de translation et de réfraction. Retrouver l'angle d'émergence du rayon lumineux à la sortie de la lentille par cette méthode.
- c) Calculer la position de l'image A_1B_1 d'un objet A_0B_0 tel que $\overline{S_1A_0} = -1$ cm. Calculer le grandissement transversal correspondant.

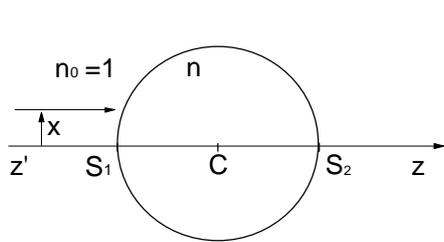


Figure 1

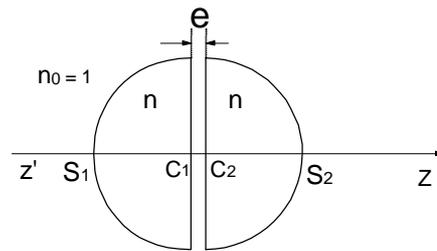


Figure 2

- 2) On considère deux demi-sphères de rayon 1 cm, constituées d'un milieu d'indice $n = 2$, et plongées dans l'air. Les plans diamétraux passant par C_1 et C_2 sont perpendiculaires à $z'z$, parallèles entre eux et espacés d'une distance e .
 - a) Etablir la matrice de transfert du système constitué par les deux lentilles, exprimée en fonction de e .
Que devient cette matrice pour $e = 0$?
 - b) Exprimer la vergence V du système en fonction de e .
 - c) On s'intéresse au cas où $V = 0$. Représenter le système à l'échelle 4 selon $z'z$ et en utilisant la représentation usuelle des dioptrés dans l'approximation de Gauss. Tracer alors soigneusement le trajet d'un rayon lumineux se propageant parallèlement à $z'z$, pour les deux sens possibles. On pourra utiliser un résultat de la question 1)a). Indiquer clairement le point d'intersection de ce rayon lumineux avec $z'z$. (On utilisera du papier millimétré)