**Département de Physique**
**L1PCSM**

**Faculté des Sciences et Techniques** **2023/2024**
**Université Cheikh Anta Diop -Dakar**

-==*==*==*==*==*==*==-

**Corrigé_Travaux Dirigés d'Optique 4ème Série**
**Période du ... au ... 20..**

***Exercice 4_1 :*** **relation de conjugaison d'une lentille.**

On considère une lentille biconvexe taillée dans un verre d'indice $n$. La face d'entrée, en contact avec un milieu d'indice $n_1$, est une portion de surface sphérique de sommet $S_1$ et de centre $C_1$. De même, La face de sortie, en contact avec un milieu d'indice $n_2$, est une portion de surface sphérique de sommet $S_2$ et de centre $C_2$. Voir figure 1. L'indice $n$ du verre constitutif de la lentille est plus grand que les indices des milieux limitrophes. Soit $A_1$ un point objet situé sur l'axe optique dans le milieu d'indice $n_1$ et $A_2$ son image par la lentille.

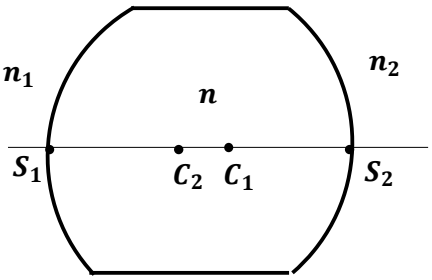


***Figure 1***

***1.*** En supposant que le dioptre d'entrée donne de l'objet $A_1$ une image intermédiaire $A_1'$, établir les relations de conjugaison des deux dioptres constitutifs de la lentille.

$$Dioptre\ d'entrée: \frac{n}{\overline{S_1A_1'}} - \frac{n_1}{\overline{S_1A_1}} = \frac{n-n_1}{\overline{S_1C_1}}$$

$$Dioptre\ de\ sortie: \frac{n_2}{\overline{S_2A_2}} - \frac{n}{\overline{S_2A_1'}} = \frac{n_2-n}{\overline{S_2C_2}}$$

***2.*** Dans le cas d'une lentille mince, les deux sommets deviennent très proches l'un de l'autre et peuvent être considérés comme étant confondus à un point unique $S$.

***a.*** En déduire les expressions approchées des relations de conjugaisons précédemment établies.

$$Dioptre\ d'entrée: \frac{n}{\overline{SA_1'}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = \frac{n-n_1}{\overline{SC_1}}$$

$$Dioptre\ de\ sortie: \frac{n_2}{\overline{SA_2}} - \frac{n}{\overline{SA_1'}} = \frac{n_2-n}{\overline{SC_2}}$$

***b.*** Donner les expressions des vergences respectives $V_1$ et $V_2$ des dioptres d'entrée et de sortie.

$$V_1 = \frac{n-n_1}{\overline{SC_1}}\ et\ V_2 = \frac{n_2-n}{\overline{SC_2}}$$

***c.*** En déduire la relation de conjugaison de la lentille en fonction des indices de réfraction, des positions respectives $\overline{SA_1}$ et $\overline{SA_2}$ de l'objet et de l'image et des vergences $V_1$ et $V_2$

$$\left.\begin{array}{l} Dioptre\ d'entrée: \frac{n}{\overline{SA_1'}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = V_1 \\ Dioptre\ de\ sortie: \frac{n_2}{\overline{SA_2}} - \frac{n}{\overline{SA_1'}} = V_2 \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{n_2}{\overline{SA_2}} - \left(\frac{n_1}{\overline{SA_1}} + V_1\right) = V_2; soit: \frac{n_2}{\overline{SA_2}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = V_1 + V_2$$

$$\frac{n_2}{\overline{SA_2}} - \frac{n_1}{\overline{SA_1}} = V_1 + V_2 = V; où\ V est\ la\ vergence\ de\ la\ lentille.$$

d. Quelle est la nature de cette lentille ? la réponse doit être justifiée.

$$V = V_1 + V_2 = \frac{n-n_1}{\overline{SC_1}} + \frac{n_2-n}{\overline{SC_2}}; Or: \begin{cases} n-n_1 > 0\ et\ \overline{SC_1} > 0 \\ n_2-n < 0\ et\ \overline{SC_2} < 0 \end{cases} \Rightarrow V > 0; \textbf{\textit{la lentille est convergente}}.$$

e. Déterminer les positions respectives des foyers principaux objet et image.

$Foyer\ principal\ objet\ F: image\ A_2 \to \infty: -\frac{n_1}{\overline{SF}} = V;\ \overline{SF} = -\frac{n_1}{V} < 0; le\ \boldsymbol{foyer\ principal\ objet\ est\ réel}.$

$Foyer\ principal\ image\ F': objet\ A_1 \to \infty: \frac{n_2}{\overline{SF'}} = V;\ \overline{SF'} = \frac{n_2}{V} > 0; le\ \boldsymbol{foyer\ principal\ image\ est\ réel}.$

***Exercice 4_2 : détermination expérimentale des caractéristiques d'une lentille***

Si l'on accole deux lentilles de faible épaisseur dites lentilles minces dont les vergences respectives sont $C_1$ et $C_2$, on vérifie que la lentille composée résultant de cette association a une vergence $C \approx C_1 + C_2$.

Pour déterminer la vergence $C$ d'une lentille $L$ , on lui accole une lentille $L'$ dont la vergence est $C' = +8\ \delta$

1. Quelle est la nature de la lentille $L'$ ?

La lentille L' est convergente puisque sa vergence $C' > 0$.

2. La lentille composite résultant de l'association de ces deux lentilles est supposée mince. Soit $O$ son centre optique. Cette lentille composite donne d'un objet lumineux $\overline{A_1B_1}$ une image $\overline{A_2B_2}$' réelle et renversée, telle que $\overline{OA_1} = -370\ mm$ et $\overline{OA_2} = +580\ mm$
   a. Calculez la vergence $C$ de la lentille $L$.

Relation de conjugaison de l'objet lumineux $\overline{A_1B_1}$ avec son image $\overline{A_2B_2}$ par la lentille composée :

$$\frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} = C + C'; soit\ C = \frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} - C'; AN: C = -3.57\delta$$

   b. Quelle est la nature de la lentille $L$ ?

L est une lentille divergente puisque sa vergence C est négative.

   c. Calculer sa distance focale.

Si nous supposons que la lentille divergente L est placée dans l'air d'indice 1, sa distance focale vaut :

$$f' = \frac{1}{C}\ ;\ AN: f' = -280\ mm$$

***Exercice 4_3 :* Caractéristiques d'un miroir**

La vergence $V$ d'un système optique constitué par la succession de deux milieux d'indices de réfraction respectifs $n_1$ et $n_2$, séparés par une surface sphérique de centre de courbure $C$ et de sommet $S$ est :

$$V = \frac{n_2 - n_1}{\overline{SC}}$$

1. Donner l'expression de la vergence dans le cas où le système considéré est un miroir sphérique de centre de courbure $C$ et de sommet $S$, placé dans l'air d'indice $n_0$.

En choisissant le sens de propagation de la lumière incidente comme sens positif (mathématique) pour les mesures de distances algébriques, l'expression de la vergence devient :

$$V = \frac{n_2}{-\overline{SC}} - \frac{n_1}{\overline{SC}}\ ; avec\ en\ plus\ n_2 = n_1 = n_0, d'où\ finalement: V = -\frac{2n_0}{\overline{SC}}$$

2. En déduire la nature (convergent ou divergent) du système lorsqu'il s'agit d'un miroir :
   a. Convexe ;

$$miroir\ convexe: \overline{SC} > 0 \Longrightarrow V < 0; ce\ type\ de\ miroir\ est\ divergent$$

   b. Concave ;

$$miroir\ concave: \overline{SC} < 0 \Longrightarrow V > 0; ce\ type\ de\ miroir\ convergent$$

   c. Plan.

$$miroir\ plan: \overline{SC} \to 0 \Longrightarrow V = 0; la\ relation\ de\ conjugaison\ devient: \overline{SA_2} = -\overline{SA_1}$$

***Exercice hors-série 1 (TPE) : Vergence d'une lentille mince, nature d'une image.***

On considère les lentilles minces représentées sur la figure ci-après. Ces lentilles taillées dans un verre d'indice $n$, sont placées dans l'air d'indice $n_0 \approx 1$ $(n > n_0)$.

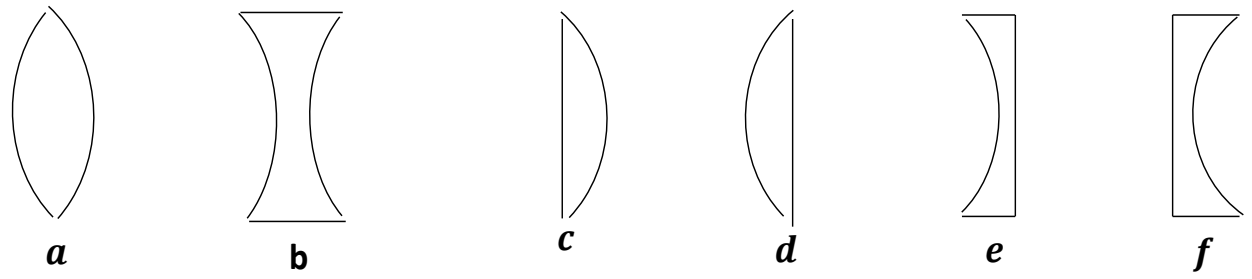



***Figure unique***

Compléter le tableau ci-après en indiquant :

1. La nature de chaque lentille ;
2. La nature de l'image que donne chaque lentille si l'objet considéré est réel et placé très loin de la lentille (à une distance supérieure à la distance focale de la lentille).

| Lentille | a | b | c | d | e | f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nature de la lentille | | | | | | |
| Nature de l'image | | | | | | |

***<u>Exercice</u> hors-série 2 (TPE) : le miroir du dentiste***

Un dentiste place son miroir à la distance $d = 2\ cm$ de la dent ($\overline{A_1B_1}$) de son patient. Quelles doivent être les caractéristiques de ce miroir pour que le dentiste puisse observer une image ($\overline{A_2B_2}$) droite et agrandie six fois par rapport à la dent ?