

TD OG2 Lentilles minces

On commencera systématiquement chaque exercice par un schéma, puis on écrira les conjugaisons ($A \xrightarrow{(L)} A'$), puis on fera souvent une construction géométrique (éventuellement à l'échelle), et on appliquera les relations de conjugaison.

Le conjugué A' d'un point A , par une lentille mince sphérique, de centre optique O , de foyers F et F' , de distance focale image f' , vérifie les relations suivantes :

$$\text{Pour } A \xrightarrow{(L)} A', \text{ on a :} \quad \text{Relation de Descartes : } \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \text{ et } \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$
$$\text{Relation de Newton : } \overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2 \text{ et } \gamma = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$$

Exercice n°1. Caractéristiques d'une lentille.

- 1.) Une lentille mince sphérique donne d'un objet réel situé à 60 cm avant son centre une image droite diminuée d'un facteur 5. Déterminer par le calcul et par une construction géométrique la position de l'image et les caractéristiques de la lentille.
- 2.) Une lentille mince divergente a pour distance focale image $f' = -30\text{cm}$.
 - a) Déterminer par le calcul l'image d'un point A situé à 30 cm devant la lentille. Faire la construction.
 - b) Si un objet AB dans le plan de front de A a pour taille 1mm, quelle est la taille de son image ?

Exercice n°2. Méthode des lunetiers.

On accole deux lentilles minces de vergence V_1 et V_2 (= on les place l'une contre l'autre). On suppose que leurs centres optiques peuvent être confondus ($O_1 = O_2 = O$). Montrer que l'ensemble des deux lentilles équivaut à une lentille unique en utilisant les relations de conjugaison, puis déterminer la vergence V de l'association des deux lentilles en fonction de V_1 et V_2 .

Exercice n°3. Association afocale.

Une association de deux lentilles est dite afocale si l'image d'un objet à l'infini est à l'infini. L'image est observée sans accommodation.

On réalise une lunette astronomique en formant l'association afocale d'un objectif assimilé à une lentille mince convergente de focale $f'_1 = 50\text{ cm}$ et d'un oculaire assimilé à une lentille mince convergente de focale $f'_2 = 5\text{ cm}$.

- 1.) En utilisant des conjugaisons, démontrer la position relative des deux lentilles formant la lunette astronomique. Déterminer la distance objectif-oculaire e .
- 2.) a) Effectuer une construction géométrique de l'image $A'B'$ dans le cas où l'objet AB n'est pas à l'infini, puis déterminer le grandissement linéaire $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ à travers la lunette, en fonction de f'_1 et f'_2 .
- 2.) b) Le grossissement de la lunette est donné par $G = \frac{\theta'}{\theta}$ où θ est l'angle sous lequel on voit l'objet situé à l'infini, et θ' l'angle sous lequel on voit l'image située à l'infini. Effectuer une nouvelle construction pour un objet à l'infini, mais en dehors de l'axe optique. Déterminer le grossissement G de la lunette en fonction de f'_1 et f'_2 .
- 3.) On observe avec cette lunette une tour de 100 m de hauteur située à 10 km. Déterminer la position et la taille de son image par le calcul.

Exercice n°4. Doublet de lentilles non afocal.

Soient deux lentilles L_1 et L_2 de centres optiques respectifs O_1 et O_2 et de distances focales images respectives f'_1 et f'_2 .

On appelle symbole du doublet (L_1, L_2) le triplet (l, m, n) tel que $\frac{f'_1}{l} = \frac{\overline{O_1O_2}}{m} = \frac{f'_2}{n} = a$, où a est une grandeur positive. On étudie dans cet exercice "l'oculaire de Huygens" de symbole $(3,2,1)$: on a donc $l = 3, m = 2, n = 1$. On prendra $a = 2$ cm.

1.) Déterminer par des constructions géométriques, puis par le calcul, la position du foyer image, puis du foyer objet de ce doublet, en fonction de a . Attention, on cherche les foyers de l'ensemble des deux lentilles, considéré comme un système optique : revenir à la définition des foyers.

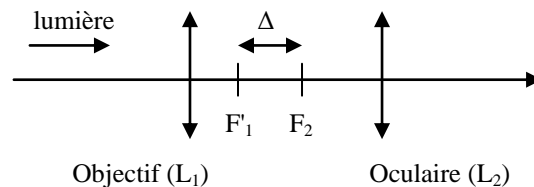
2.) Construire l'image d'un objet $AB = 1$ cm, situé dans un plan de front tel que $O_1A = -a$, où A est sur l'axe optique. Mesurer la position et la taille de cette image. Retrouver ces résultats par le calcul.

Exercice n°5. Viseur réglé à distance finie.

Un viseur est constitué d'un objectif (L_1) et d'un oculaire (L_2) assimilés à deux lentilles minces convergentes, de distances focales images respectives $f'_1 = 12,5$ cm et $f'_2 = 4$ cm, et de diamètres d'ouverture

$D_1 = 3$ cm et $D_2 = 1,5$ cm.

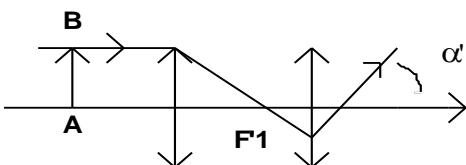
On règle la distance O_1O_2 entre les deux lentilles de façon à observer nettement et sans accommoder les objets situés à la distance $d = 25,5$ cm en avant de l'objectif (c'est-à-dire ayant leur image à l'infini).



1.) Calculer dans ces conditions la distance $\Delta = \overline{F'_1 F_2}$, puis tracer la marche d'un pinceau (petit faisceau lumineux) issu de l'objet situé à la distance d de l'objectif. On commencera par écrire les conjugaisons.

2.) Soit α' l'angle sous lequel est vu l'objet à travers le viseur. Exprimer la puissance du viseur

$$P_v = \frac{\alpha'}{AB} \text{ en fonction de } f'_1, f'_2 \text{ et } \Delta. \text{ La calculer.}$$



3.) Déterminer la position et le diamètre du cercle oculaire (image de la lentille objectif à travers l'oculaire).