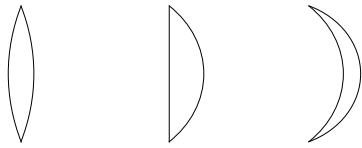


TP01 IMAGE FORMEE PAR UNE LENTILLE MINCE CONVERGENTE**I. QU'EST-CE QU'UNE LENTILLE CONVERGENTE ?****1. Caractéristiques des lentilles disponibles avec le matériel d'optique:**

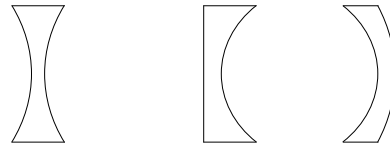
Définitions : Une lentille est un solide constitué d'un matériau transparent limité par deux faces dont l'une, au moins, est courbe.

Observations**Comment différencier rapidement une lentille convergente d'une lentille divergente ?**

-Dessiner la forme des lentilles et expliciter les considérations géométriques permettant cette distinction.

Lentilles convergentes (à bord mince)

Biconvexe

plan
convexeménisque
convergent**Lentilles divergentes (à bord épais)**

biconcave

plan
concaveménisque
divergent

-Placer la lentille devant un objet (ce texte par exemple), la soulever légèrement et observer l'image du texte formée par la lentille.

Si le texte apparaît plus grand, elle est convergente ;

Si le texte apparaît plus petit, elle est divergente.

-Méthode des opticiens:

Regarder un objet (ce texte par exemple) à travers le système optique (la lentille) et déplacer le système vers vous, parallèlement à la page. Commenter.

Si le système est **convergent**, le déplacement de l'image se fait en **sens inverse** du système.

Si le système est **divergent**, le déplacement de l'image se fait dans le **même sens**.

Application: essayer avec une paire de lunettes ; quel type de verres correcteurs portent les myopes et les hypermétropes ?

Un œil trop convergent pour sa profondeur est myope. On corrige ce défaut par le port de verres divergents.

Un œil n'est pas assez convergent pour sa profondeur est hypermétrope. On corrige ce défaut par le port de verres convergents.

2. Caractérisation d'une lentille convergente

A l'aide du montage présenté par le professeur, définir :

Centre optique : tout rayon arrivant sur la lentille au centre optique, la traverse sans être dévié.

Foyers :

Tout rayon arrivant sur la lentille parallèlement à son axe optique passe par le **foyer principale image F'** .

Tout rayon passant par le **foyer principale objet F** sort parallèlement à l'axe optique.

Les foyers principaux F et F' sont symétriques par rapport au centre optique.

Distance focale et vergence :

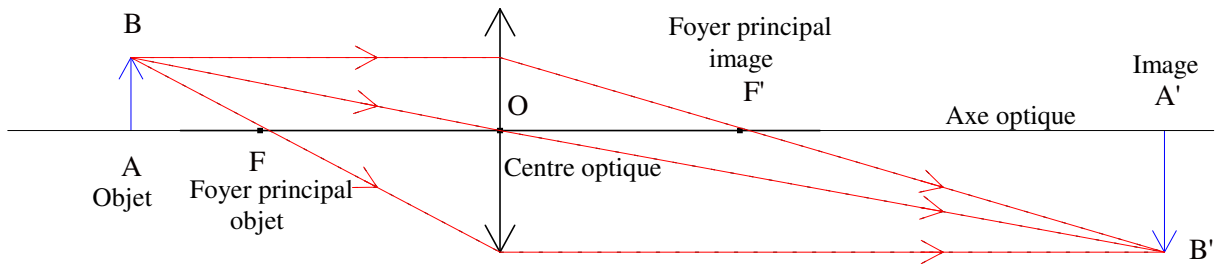
La distance $OF = OF' = f$ est la **distance focale** de la lentille.

$C = \frac{1}{f}$ est la **vergence** de la lentille (f en m et C en en dioptries δ ou m^{-1}).

3. Construction de l'image d'un objet

a. Convention de signe :

Légènder la figure ci-dessous et tracer les rayons particuliers pour obtenir l'image. Comparer l'image et l'objet.



L'image est plus grande, renversée et à droite de la lentille. Dans l'exemple ci-dessus : $\overline{OA} < 0$ et $\overline{OA'} > 0$; $\overline{AB} > 0$ et $\overline{A'B} < 0$.

b. On observe, à travers une lentille convergente, la diapositive ci-contre représentant M. GAUSS.



Selon la position de l'objet par rapport à la lentille, on voit différentes images qui sont représentées dans la première colonne. Notez leurs caractéristiques.

Vous associer les constructions à l'image correspondante !!!

Tracer les trois rayons particuliers vu précédemment.

Image observée à travers la lentille selon la position de l'objet	Caractéristiques de l'image	Construction correspondante
	$\overline{OA} > f$ <ul style="list-style-type: none"> Plus petite que l'objet A l'envers 	
	$\overline{OA} < f$ <ul style="list-style-type: none"> Plus grande que l'objet A l'endroit 	
	$\overline{OA} > f$ <ul style="list-style-type: none"> Plus grande que l'objet A l'envers 	

4. Conditions d'obtention d'une image nette

Manipulation

- Placer la source, la lentille et l'écran dans les mêmes positions que dans l'expérience 1 -1.
- Plaquer contre la lentille des diaphragmes d'ouverture différentes. Pour chaque diaphragme observer l'image sur l'écran. (luminosité et netteté).

Exploitation

Quelles sont les conditions à respecter pour obtenir l'image la plus nette possible ?

Le diaphragme améliore la netteté et la qualité de l'image, mais diminue la luminosité. Le diaphragme sélectionne les rayons au voisinage de l'axe optique.

Pour obtenir un stigmatisme approché (un point objet donne un point image unique), il faut se placer dans les conditions de Gauss, c'est-à-dire des rayons paraxiaux :

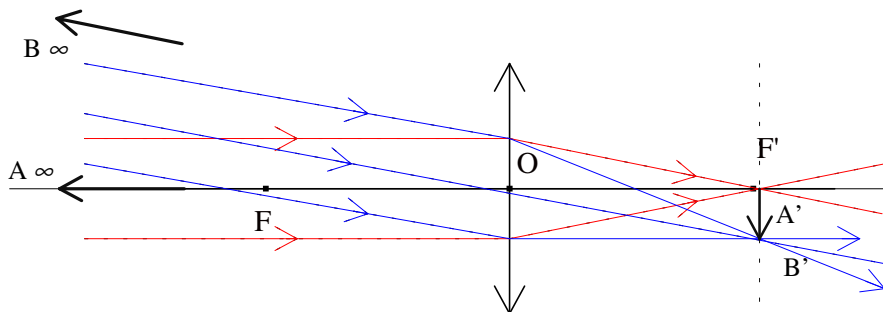
- peu inclinés sur l'axe principal ;
- passant au voisinage du centre optique.

II. FOCOMETRIE (MESURE DES DISTANCES FOCALES)

1. Evaluation de la distance focale

Dans une salle sombre, écarter légèrement un store et placer la lentille parallèlement à la fenêtre. Former, sur une feuille de papier, l'image d'un objet (un arbre) devant la fenêtre. Quel est l'ordre de grandeur de la distance focale de la lentille ? Justifier. Proposer une autre méthode à l'aide du banc optique.

Faire un schéma de la situation considérée:



Remarque :

mètres correspond pratiquement, en optique, à une distance infinie.

On place un objet sur le banc optique et on déplace la lentille afin d'obtenir une image nette sur le mur de la salle. En effet, l'objet placé au foyer principal objet donne une image à l'infini.

quelques

2. Détermination de la distance focale grâce à la relation de Descartes

On dispose au laboratoire d'un banc d'optique, d'un objet AB éclairé par une lanterne, d'un écran puis d'une lentille convergente de distance focale inconnue.

La lentille étant fixe sur le banc, on déplace l'écran pour obtenir une image nette. On réalise ainsi plusieurs mesures puis on complète le tableau suivant en mesurant les distances lentille-objet OA et lentille-image OA', les hauteurs de l'objet AB et de l'image A'B'

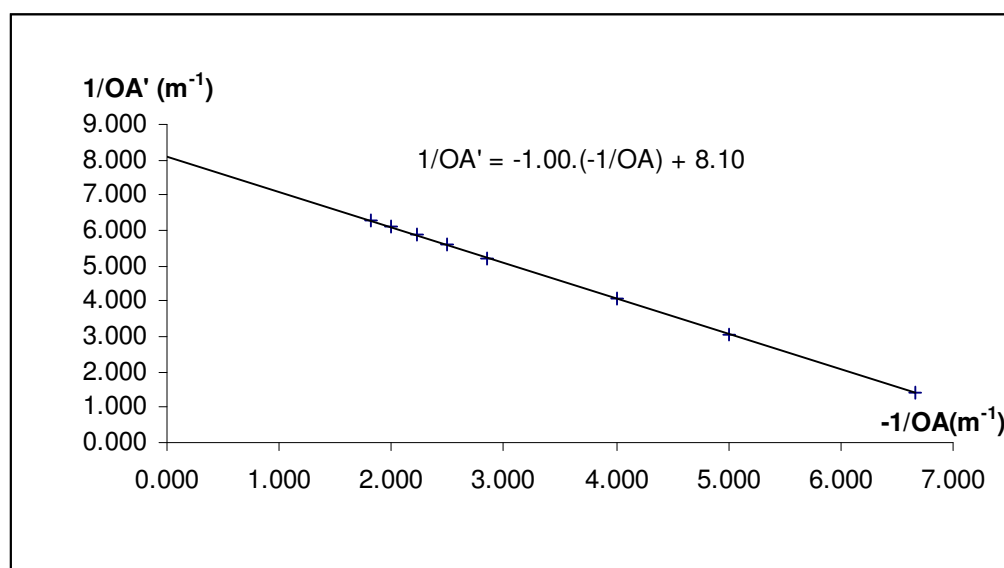
Distance OA (cm)	15.0	20.0	25.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0
Distance OA'(cm)	69.9	32.5	24.5	19.1	17.9	17.0	16.4	15.9
Hauteur AB(mm)	6	6	6	6	6	6	6	6
Hauteur A'B'(mm)	27	10	6	3	3	2.5	2	2

\overline{OA} (m)	-0.150	-0.200	-0.250	-0.350	-0.400	-0.450	-0.500	-0.550
$\overline{OA'}$ (m)	0.699	0.325	0.245	0.191	0.179	0.170	0.164	0.159
$-\frac{1}{\overline{OA}}$	6.667	5.000	4.000	2.857	2.500	2.222	2.000	1.818
$\frac{1}{\overline{OA'}}$	1.431	3.077	4.082	5.236	5.587	5.882	6.098	6.289
$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$ Relation de Descartes	8.10	8.08	8.08	8.09	8.09	8.10	8.10	8.11
$\gamma = \frac{A'B}{AB}$	-4.5	-1.7	-1	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3
$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$	-4.66	-1.63	-0.98	-0.55	-0.45	-0.38	-0.33	-0.29

- Réaliser l' expérience puis compléter le tableau.
- Pouvez-vous affirmer que la formule de Descartes est vérifiée ? Quelle valeur prenez-vous pour la distance focale de la lentille ?

D'après le tableau on peut considérer que C est constant (relation de Descartes vérifiée) et sa valeur moyenne est égale à 8,09 δ d'où $f' = \frac{1}{8,09} = 0,124$ m ou 12,4 cm.

- Représenter graphiquement $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $-\frac{1}{\overline{OA}}$.



- Quelle est l'allure de la courbe obtenue ? Où lisez-vous la vergence de la lentille ?

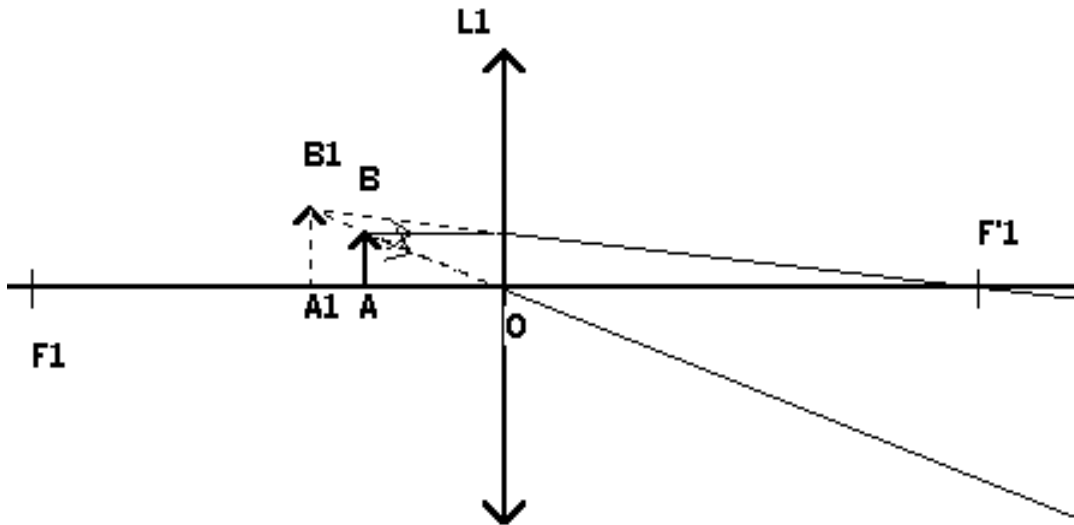
On obtient une droite d'équation $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + 8,10$ et à l'intersection de la droite et de l'axe des ordonnées on lit la valeur de la vergence soit 8,10 δ .

- Définir le grandissement γ . Comparer les résultats des deux dernières lignes du tableau. Conclure.

On définit le grandissement $\gamma = \frac{A'B}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ (les des deux dernières lignes du tableau sont presque identiques).

6. Un objet AB au travers de cette lentille donne une image $A'B'$ une hauteur de $2,0$ cm située à $5,0$ cm du centre optique du même côté que l'objet (Echelles 1/2).

- a) Déterminer à partir d'une construction géométrique à l'échelle la position de l'objet AB .
 On mesure $\overline{OA} = -36$ mm.



b) Vérifier votre construction en utilisant la formule de conjugaison.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} - 8,10 = -28 \text{ m}^{-1} \text{ soit } \overline{OA} = -36 \text{ mm.}$$

Mesurer la taille de l'objet AB pour en déduire le grandissement γ . Calculer sa valeur théorique

$$\overline{AB} = 14 \text{ mm d'où } \gamma = \frac{20}{14} = 1,4 \text{ ou } \gamma = \frac{-50}{-36} = 1,4$$

3. Exercices

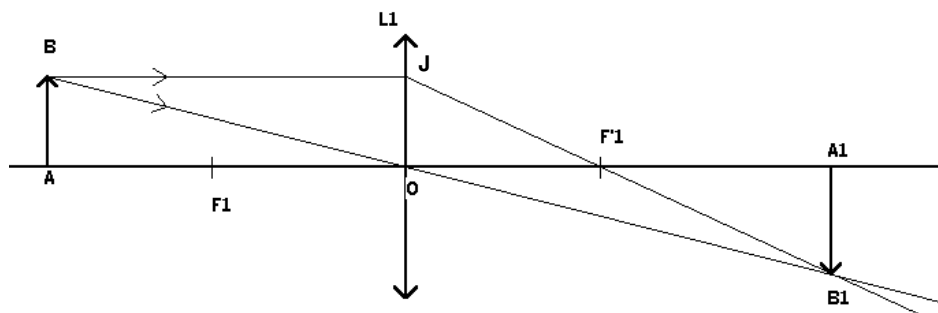
1. **Deux lentilles accolées.** Montrer que deux lentilles minces L_1 et L_2 accolées de vergence C_1 et C_2 équivalent à une lentille mince unique L de vergence $C_1 + C_2$.

On a $A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A_2$ alors on peut écrire :

$$\left. \begin{array}{l} (1) \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C_1 \\ (2) \frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = C_2 \end{array} \right\} (2) + (1) \text{ donne } \frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C_1 + C_2 = C.$$

Un système de deux lentilles accolées est équivalent à une seule lentille mince de vergence $C = C_1 + C_2$.

2. A l'aide d'une figure, montrer la relation de conjugaison



$$\gamma = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{OJ}}, \text{ car } \overline{OJ} = \overline{AB}. \text{ Les triangles } OF_1'OJ \text{ et } F_1'B_1A_1 \text{ donc } \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{OJ}} = \frac{\overline{F_1'A_1}}{\overline{F_1'O}}.$$

$$\text{On a : } \gamma = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{F_1'A_1}}{\overline{F_1'O}} = \frac{\overline{F_1'O_1} + \overline{OA_1}}{\overline{F_1'O}} = 1 + \frac{\overline{OA_1}}{\overline{F_1'O}};$$

Divisons par $\overline{OA_1}$:

$$\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA_1}} + \frac{1}{\overline{F_1'O}} \text{ soit } \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF_1'}} = C.$$