

TP 2 : Focométrie – lentilles minces

I. INTRODUCTION :

a. Les lentilles :

- Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptries, les deux peuvent être sphériques ou l'un est sphérique et l'autre est plan. Dans ce TP, nous étudierons des lentilles minces : une lentille est mince si son diamètre est très grand devant son épaisseur.
- Le centre de la lentille est noté O et est appelé centre optique et il est considéré comme ponctuel. Tout rayon passant par O n'est pas dévié par la lentille.
- L'axe optique de la lentille est l'axe qui passe par le centre optique O et qui est perpendiculaire à la lentille.
- On distingue deux sortes de lentille :

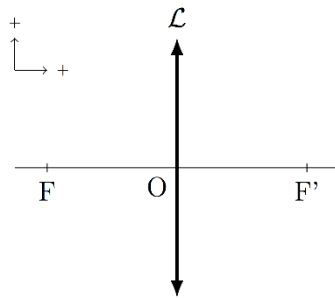


Figure 1 - Lentille convergente

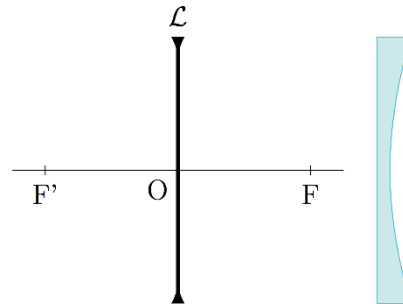


Figure 2 - Lentille divergente

b. Foyer principal image et vergence :

Ce foyer noté F' est le point image d'un point objet situé à l'infini sur l'axe optique. Tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par F' .

La distance $f' = \overline{OF'} = -\overline{OF}$ est appelée distance focale image, c'est une grandeur algébrique. Elle est négative dans le cas d'une lentille divergente, positive dans le cas d'une lentille convergente.

La vergence d'une lentille permet de caractériser sa convergence ou sa divergence. Elle est définie par : $C = \frac{1}{f'}$. Elle s'exprime en dioptrie si f' est exprimé en mètre.

c. Relation de conjugaison :

Dans l'approximation des petits angles dite approximation de Gauss, la relation de la réfraction d'Ibn-Sahl de Snell-Descartes peut s'écrire approximativement sous la forme suivante : $n_1 i = n_2 r$ c'est la loi de Kepler.

La relation de conjugaison du dioptré sphérique s'écrit : $\frac{n_1}{AS} + \frac{n_2}{SA'} = \frac{n_1 + n_2}{SC}$

II. OBJECTIF : Se familiariser avec l'utilisation des lentilles minces.

III. MATÉRIELS UTILISÉS :

- Source ponctuelle avec lentille collimatrice (1×).
- Source de lumière avec objet (1×).
- La flèche objet (1×).
- Lentille, $f=+5$ mm (1×).
- Lentilles, $f=+200$ mm (1×) et $f=+300$ mm (1×).
- Écran troué (30 mm) (1×).
- Écran translucide de verre dépoli + support (1×).
- Miroir plan (1×).
- Banc d'optique à profil normalisé, 1 m (1×).
- Cavalier pour banc d'optique, 60 mm de haut/50 mm de large (3×).
- Socle (1×).
- Pied à coulisse (1×).
- Mètre-ruban (1×).
- Sphéromètre.

Questionnaire d'évaluation

Focométrie

I. Questions préliminaires

- 1- Quels sont les schémas qui représentent correctement le trajet d'un rayon lumineux traversant une lentille convergente ?

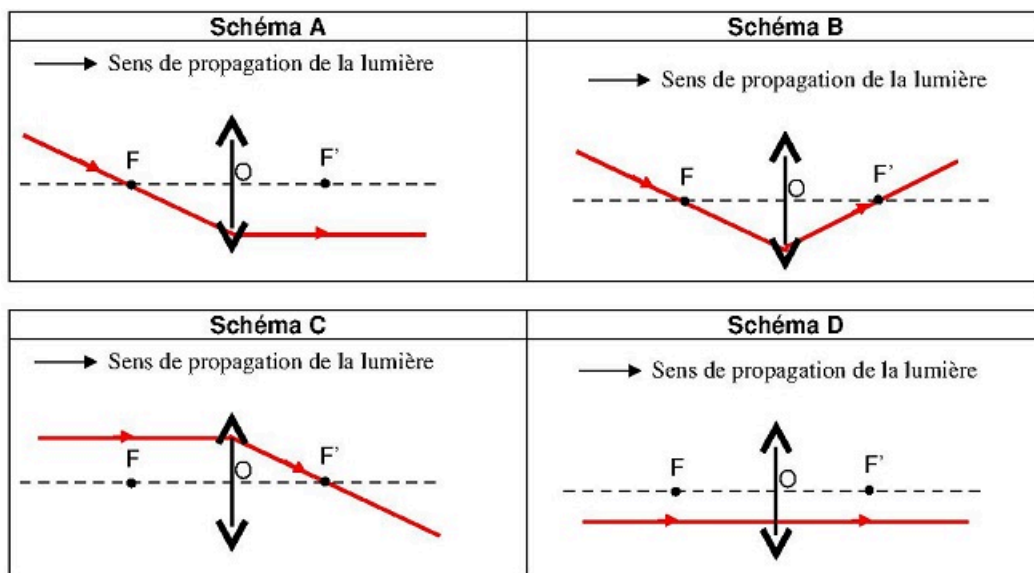
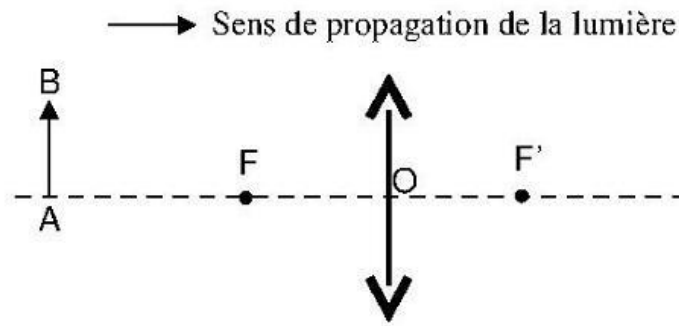


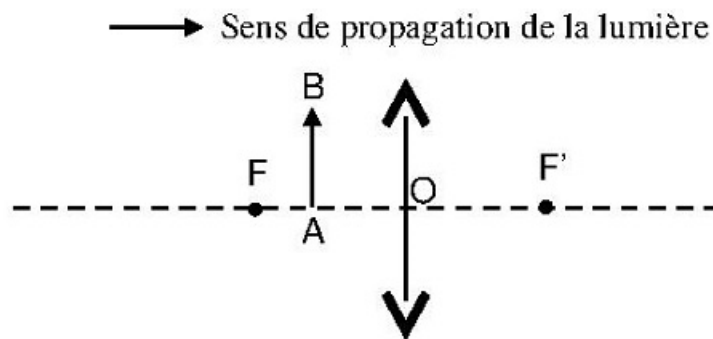
Schéma A ☒ Schéma B ☐ Schéma C ☒ Schéma D ☐

- 2- D'après le schéma ci-dessous, l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille convergente est :



Droite ☐ renversée ☒ réelle ☐ virtuelle ☐

- 3- D'après le schéma ci-dessous, l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille convergente est :



Droite ☐ renversée ☒ réelle ☐ virtuelle ☒

- 4- Citer les méthodes utilisées pour déterminer la distance focale d'une lentille.
- Méthode de « l'objet à l'infini »
 - Méthode d'autocollimation.
 - Méthode de BESSEL.
- 5- Donner la relation de conjugaison, de grandissement et de vergence pour une lentille convergente. On donne : $p = -\overline{OA}$: distance objet-lentille, $p' = \overline{OA'}$: distance lentille-image, $\overline{AB}$: taille de l'objet et $\overline{A'B'}$: taille d'image.

• Relation de conjugaison : $\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{1}{OF'}$

- Relation de grandissement : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$
- Relation de vergence : $C = \frac{1}{f'}$

II. Simulation :

1. Vérification de la relation de conjugaison

🔗 Ouvrir le fichier (simulation1/verif.html)

La relation à vérifier est : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ (On prend $v=50$ dioptries soit $f'=20\text{mm}$)

A l'aide des boutons "déplacement de l'objet et déplacement de l'écran" faire varier la position de l'objet et chercher l'image correspondant. Effectuer plusieurs essais et remplir le tableau suivant :

Test	$\overline{OA}$	$\overline{OA'}$	$1/\overline{OA'}$	$1/\overline{OA}$	$1/\overline{OA'} - 1/\overline{OA}$
1	7	2,8	0.357	0.143	0.214
2 ...	6.5	2.9	0.345	0.154	0.191
3	6	3	0.333	0.167	0.166

- En déduire la distance focale moyenne.

2. Détermination de la distance focale d'une lentille convergente

a- Méthode de points conjugués

- Faire varier la position de l'objet et remplir le tableau suivant :

Test	$p = \overline{OA}$	$p' = \overline{OA'}$	$1/\overline{OA'}$	$1/\overline{OA}$	$1/\overline{OA'} - 1/\overline{OA}$
1	6.2	4.2	0.238	0.161	0.77
2 ...	5.5	4.5	0.222	0.182	0.4

- Tracer $1/\overline{OA'}$ en fonction de $1/\overline{OA}$ et déterminer la valeur de l'ordonnée à l'origine.
- En déduire la valeur de la distance focale.

b- Méthode de Bessel

🔗 Ouvrir le fichier (simulation2/Bessel.html)

Première méthode :

- Placer l'écran assez loin de l'objet. Soit D la distance entre l'objet et l'écran (cette distance doit être supérieure à 4 fois la distance focale de la lentille).

- Placer la lentille près de l'objet
- Déplacer la lentille, à l'aide du bouton : "*déplacement de la lentille*" et chercher les deux positions de la lentille qui donnent une image nette de l'objet.
- Noter la distance d entre les deux positions.
- En déduire la distance focale $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$

Deuxième méthode :

- Effectuer plusieurs essais et remplir le tableau suivant :

d_1	d_2	$d = d_2 - d_1$	D	$(d/D)^2$	$1/D$
3	14.2	11.2	17	0.434	0.059
3.2	11.8	8.5	15	0.321	0.066
3.25	10.75	7.5	14	0.287	0.071

- Tracer le graphe $(d/D)^2$ en fonction de $1/D$.
- En déduire la valeur de f' .
- Comparer les valeurs trouvées par les deux méthodes.

c- Méthode d'auto-collimation

Ouvrir le fichier (simulation3/. autcollimation.html)

- Réaliser l'auto-collimation sur la lentille étudiée en cochant sur "coller le miroir avec la lentille.
 - Déplacer l'ensemble "lentille-miroir" à l'aide du bouton "déplacement de la lentille" jusqu'à ce qu'on obtienne une image nette et renversée sur l'écran (l'image est à la même position que l'objet).
 - En déduire la valeur de f'
-

CONCLUSION :

D'après les simulations précédentes, on a pu déterminer la distance focale d'une lentille convergente en utilisant trois méthodes différentes.

On conclut que les résultats expérimentaux vérifient l'aspect théorique.

