



TP 4 – Focométrie

OBJECTIFS : Mesurer la distance focale d'une lentille par différentes méthodes.

Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement.
- Estimer une valeur approchée d'une distance focale.
- Établir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- Former l'image d'un objet dans des situations variées.

Matériel :

- Lampe munie d'un condenseur et d'une monture servant d'objet
- Jeu de lentilles convergentes et divergentes
- Banc optique
- Supports pour lentilles et écran
- Ecran
- Miroir plan
- Fil à plomb

Fiches utiles : ON2, FM4, FT4

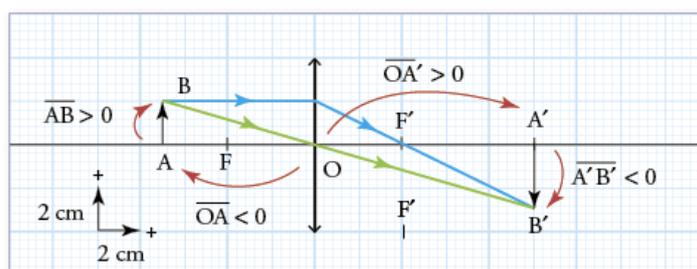
Rappel de cours

Relation de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

Relation de conjugaison de Newton : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2$

Grandissement transversal : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

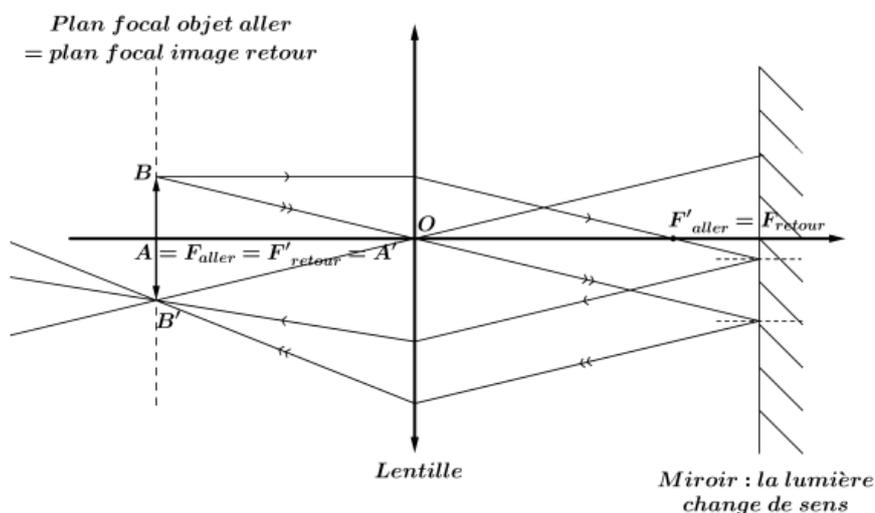
Les distances orientées dans le même sens que l'axe optique ou l'axe vertical seront comptées positivement et celles dans le sens opposé seront comptées négativement.



I. Mesure de la distance focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation

1. Etude théorique

On considère un objet AB placé dans le plan focal objet d'une lentille convergente. On place derrière la lentille un miroir plan perpendiculaire à l'axe optique.



On constate que l'image se forme dans le plan de l'objet. La distance focale de lentille correspond alors à la distance entre l'objet et la lentille.

Q1. Peut-on utiliser cette méthode avec une lentille divergente seule ?

2. Mise en œuvre de la méthode

- Allumer le projecteur situé à gauche du banc d'optique.
- Accoler un miroir plan immédiatement après la lentille convergente.
- Ajuster la position de l'ensemble pour former l'image de l'objet dans le même plan que celui-ci.

L'objet se trouve alors au foyer objet de la lentille, à la distance f' .

Q2. Mesurer f' et évaluer l'incertitude associée à la mesure.

☞ Cette méthode, bien que peu précise, s'avère très rapide et permet de placer un objet au foyer d'une lentille convergente.

3. Lentille divergente : méthode d'association

L'autocollimation ne fonctionne pas avec une lentille divergente seule. On peut toutefois utiliser cette méthode de façon indirecte, en accolant à la lentille divergente L_2 inconnue une lentille convergente L_1 de distance focale connue.

Théorème des vergences

La vergence d'un système de deux lentilles minces accolées est la somme des vergences de chacune des lentilles minces constituant le système.

Q3. À quelle condition sur les distances focales de L_2 et L_1 la lentille équivalente au doublet est-elle convergente ?

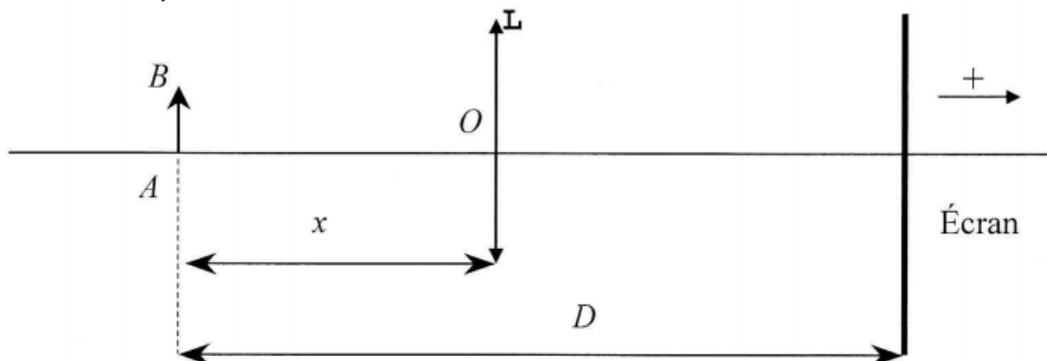
- Accoler la lentille divergente à une lentille convergent correctement choisie.
→ Mesurer la distance focale du doublet ainsi réalisé par autocollimation.

Q4. Déduire de votre mesure la vergence V_2 et l'incertitude associée.

II. Mesure par la méthode de Bessel

1. Etude théorique (exercice 8 du TD2)

On dispose d'une lentille convergente de distance focale f' . On considère un objet réel AB situé à une distance D fixe d'un écran et à une distance x positive de la lentille. On peut déplacer la lentille convergente entre l'objet et l'écran : x est variable.



- Q5.** Rappeler la condition sur D et f' permettant de former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
Q6. Justifier, que si cette condition est respectée, il existe deux positions de la lentille, symétriques par rapport au milieu de AA' , pour lesquelles on obtient une image réelle $A'B'$ nette sur l'écran.
Q7. On note d la distance séparant les deux positions précédentes de la lentille. Rappeler l'expression de la distance focale image de la lentille f' en fonction de D et d .

2. Mise en œuvre de la méthode

- Placer l'écran à une distance $D = 100$ cm de l'objet. Déplacer lentement la lentille L de distance focale f' environ égale à 20 cm entre objet et écran.
→ Déterminer la distance d entre les deux positions de la lentille.

Q8. Déduire de la mesure précédente la valeur de f' et l'incertitude associée (on fera une simulation Monte Carlo).

III. Mesure par la méthode de Silbermann

Une alternative à la méthode de Bessel, appelée méthode de Silbermann, consiste à faire varier D jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'une seule position de la lentille qui permette de projeter l'image de l'objet sur l'écran. Dans ce cas, on a $f' = \frac{D}{4}$.

- Mettre en œuvre la méthode.

Q9. Déduire de la mesure précédente la valeur de f' et l'incertitude associée.

Q10. Les mesures par les méthodes de Bessel et Silbermann sont-elles compatibles ?

IV. Mesure de la distance focale d'une lentille divergente par la méthode de Badal

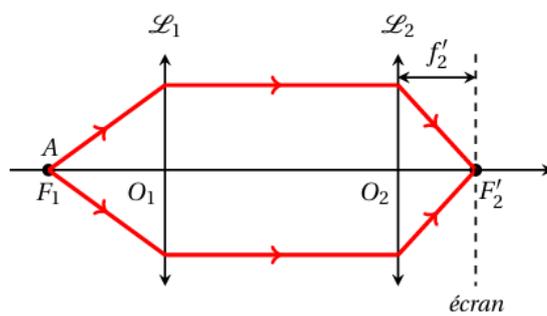
Cette méthode permet de mesurer la distance focale d'une lentille divergente.

On dispose de trois lentilles minces :

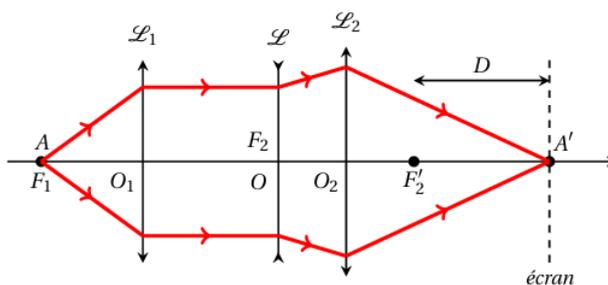
- une lentille convergente L_1 , de distance focale image f_1' connue et de centre optique O_1 ;
- une lentille convergente L_2 , de distance focale image f_2' connue et de centre optique O_2 ;
- une lentille divergente L , de distance focale image f' inconnue et de centre optique O .

Afin de déterminer f' , on met en œuvre l'expérience suivante :

- Un objet ponctuel lumineux A est placé au foyer objet de L_1 et son image par L_2 est projetée sur un écran situé à une distance f_2' de L_2 .



- La lentille L est ensuite intercalée entre L_1 et L_2 , au niveau du foyer objet F_2 de L_2 .
→ Il est alors nécessaire de reculer l'écran d'une distance D pour observer l'image nette A' de A .



Q11. Montrer que : $f' = -\frac{f_2'^2}{D}$.

- Prenez pour L_1 une lentille convergente de vergence 4δ et pour L_2 la lentille convergente que vous avez utilisé tout au long du TP.
→ Placer l'objet A au foyer objet de L_1 par autocollimation.
→ Placer la lentille L_2 à une distance de L_1 supérieure à f_2' .
→ Pour placer la lentille divergente L de vergence -2δ dans le plan focal objet de L_2 , utilisez la valeur de la distance focale f_2' obtenue par autocollimation au début du TP.
→ Mesurer les positions x_1 et x_2 de l'image formée par la lentille L_2 , respectivement sans la lentille L intercalée et avec.

Q12. Dédurre de vos mesures la valeur de D puis celle de f' . Calculer l'incertitude.