

Matériel :

- Source lumineuse + Objet (lettre).
- 3 Lentilles minces : L_1 de focale $f_1' = 50$ mm, L_2 de focale $f_2' = 200$ mm et L_3 de focale $f_3' = -100$ mm.
- Des supports pour lentille et écran.
- 1 Ecran d'observation.
- 1 Banc d'optique.

La distance focale d'une lentille suffit à l'identifier, c'est-à-dire connaître son action sur le trajet des rayons lumineux.

La **focométrie** désigne l'ensemble des techniques de mesure de cette grandeur.

Vous allez mesurer la distance focale de lentilles convergentes ou divergentes par différentes méthodes, afin de comparer ces méthodes (précision, mise en œuvre ...).

I. Focométrie par auto-collimation

Un moyen simple pour déterminer la distance focale d'une lentille convergente est d'utiliser la méthode dite d'auto-collimation. On place pour cela un miroir plan derrière la lentille et on réalise l'image d'un objet à l'aide du système optique {lentille + miroir}. (cf. : animation ci-dessous)

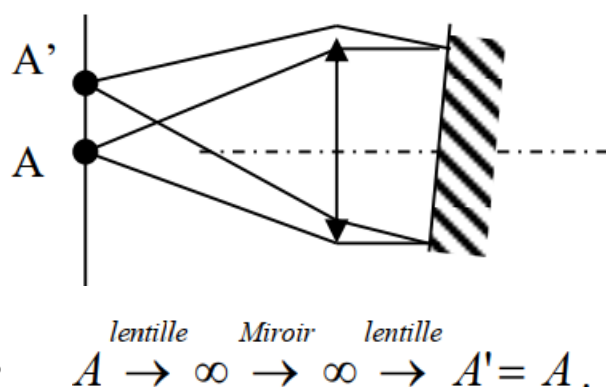
<https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/focometrie/autocollimation.php>

★ Sur le banc d'optique, placer la source de lumière et visser l'objet sur cette dernière. Placer la lentille L_2 à la suite de l'objet.

★ Placer un miroir plan derrière la lentille L_2 . Déplacer l'ensemble pour former l'image dans le plan de l'objet (sur la monture de l'objet on peut observer l'image nette).

1) A l'aide du banc d'optique, déterminer f' et évaluer l'incertitude en précisant son type.

2) Si après réglage, on enlève le miroir où se trouve l'image ?

II. Focométrie par les relations de conjugaison

On souhaite exploiter la relation de conjugaison de Descartes afin de déterminer expérimentalement la distance focale f' de la lentille convergente utilisée.

3) A l'aide de la relation de conjugaison de Descartes, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la distance focale de la lentille L_2 .

★ Faire l'expérience et noter vos mesures de $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$ dans le tableau. Recommencer pour d'autres positions (environ six) de la lentille/de l'écran.

$\overline{OA}$						
$\overline{OA'}$						

🌀 Sur Spyder, lancer le programme python TP n°3 v_eleve.py (accessible sur cahier de prépa).

🌀 Rentrer vos mesures dans le programme python.

🌀 Compléter la cellule pour calculer la distance focale en fonction de $\overline{OA}$ et $\overline{OA'}$.

4) On dispose donc d'un tableau de six valeurs de f' . De quel type est l'incertitude associée ?

🌀 Exécuter les cellules pour calculer la moyenne, l'écart type et l'incertitude sur f'_2 .

5) Ecrire le résultat sous forme $X = x \pm u(x)$ (Attention aux chiffres significatifs).

6) Calculer le Z-score pour comparer à la valeur donnée par le fabricant.

III. Focométrie par la méthode de Bessel

Dans cette méthode, on place l'objet à une distance fixe D de l'écran, et c'est la lentille que l'on déplace.

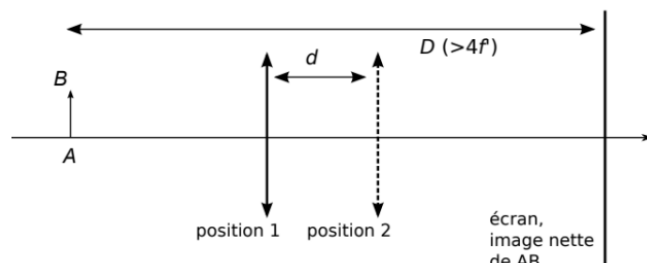
On a montré (cf. : §II.6 du chapitre 1) que si $D >$

$4f'$, il existe deux positions de la lentille pour lesquelles on obtient une image nette sur l'écran.

Ces deux positions sont séparées par une distance d ($d = x_2 - x_1$).

On a montré en exercice que la focale de la lentille f' est liée aux distances D et d par la relation :

$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$



★ Pour environ 5 distances D objet-écran, mesurer au banc d'optique les position des images x_1 et x_2 , noter vos mesures dans le tableau ci-dessous.

D					
x_1					
x_2					

🌀 Sur Spyder, dans le programme python décommenter la partie III] et rentrer vos mesures.

🌀 Compléter la cellule pour calculer f' en fonction de D et d .

7) On dispose donc d'un tableau de 5 valeurs de f' . De quel type est l'incertitude associée ?

🌀 Exécuter la cellule pour calculer $\overline{f'}$ et $u(f')$.

8) Ecrire le résultat sous forme $X = x \pm u(x)$ (Attention aux chiffres significatifs).

9) Calculer le Z-score pour comparer à la valeur donnée par le fabricant.

10) Discuter des avantages et inconvénients des 3 méthodes de focométrie abordées dans le TP.

IV. Focométrie d'une lentille divergente

On souhaite mesurer la focale d'une lentille divergente par la méthode d'auto-collimation. Pour ce faire, on utilise le fait que la vergence d'un système constitué de 2 lentilles minces accolées est la somme de vergences de chacune des 2 lentilles : $V_{eq} = V_1 + V_2$

Le système formé par les deux lentilles accolées doit être convergent ($V_{eq} > 0$).

★ Associer la lentille convergente L_1 (de vergence connue) et la lentille divergente L_3 .

★ Pour considérer que les lentilles sont accolées, il faut en tenir une à la main et la mettre contre l'autre lentille qui est sur pied.

★ En utilisant la méthode d'auto-collimation, déterminer la vergence du système V_{eq} .

11) Proposer une valeur pour la demi-largeur $\epsilon_{V_{eq}}$. En déduire la valeur de $u(V_{eq})$.

12) A partir des formules de composition des incertitudes, donner l'incertitude-type $u(V_3)$ de la vergence V_3 de la lentille divergente, puis l'incertitude-type $u(f'_3)$ sur la distance focale image f'_3 associée.

13) Ecrire le résultat sous forme $X = x \pm u(x)$ (Attention aux chiffres significatifs) de la valeur de f'_3 et son incertitude-type.