

TP 2 – Lentilles minces et mesures de focales

Matériel : banc optique, diverses lentille, miroir plan, écran, source de lumière, flèche ou lettre objet avec papier calque derrière (dépoli), viseur optique.

Ce TP est centré sur des méthodes de mesures de la focale f' d'une lentille.

I Mesure rapide

1 – Proposer une méthode rapide pour estimer l'ordre de grandeur de la focale de la lentille convergente dont vous disposez. Cette méthode n'utilisera que la lentille et les néons du plafond.

Faire un schéma optique de la situation sur votre compte rendu, décrire ce que vous faites, et donner le résultat de votre mesure.

II Étude de la relation de conjugaison

Côté théorie : on modélise la lentille comme mince et utilisée dans les conditions de Gauss. Sous les hypothèses, on obtient un système optique qui réalise un stigmatisme et un aplanétisme approchés, avec la relation de conjugaison (ou relation de Descartes) :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}, \quad (1)$$

avec f' la longueur focale image de la lentille, O son centre optique, A la position d'un objet sur l'axe optique, et A' la position de son image.

Côté expérience

2.a – Placer l'écran, la lampe, l'objet, et la lentille, de sorte à avoir une image nette sur l'écran.

Pour une position fixée de l'écran et de l'objet, vérifier qu'il y a toujours deux positions de la lentille où l'image est nette.

Vérifier aussi que si l'objet et l'écran sont trop proches, l'image n'est jamais nette.

2.b – Utiliser la relation de conjugaison et la mesure de \overline{OA} et de $\overline{OA'}$ pour en déduire le valeur de la focale f' . Ceci est-il en accord avec f' annoncé par le fabricant ? On ne se souciera pas des incertitudes, et on vérifiera juste grossièrement l'accord.

Compte rendu : faire un schéma rapide de l'expérience, sur lequel on fera apparaître les distances mesurées.

2.c – Recommencer pour d'autres positions (environ six) de la lentille/de l'écran. Si les valeurs obtenues pour f' sont proches les unes des autres, cela signifie que la relation de conjugaison est bien vérifiée.

Faire la moyenne \bar{f}' et calculer l'incertitude-type $u(\bar{f}')$ sur la moyenne.

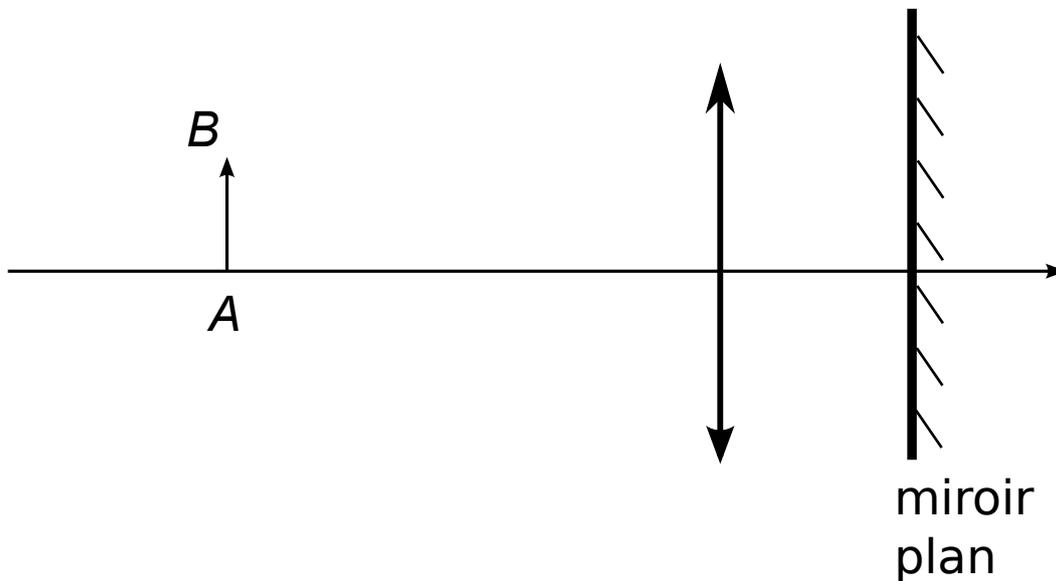
Comparer avec la valeur annoncée par le fabricant en calculant l'écart normalisé z (cf polycopié incertitudes), et conclure sur l'accord.

III Mesure par autocollimation

On garde la lentille précédente. On souhaite encore déterminer sa longueur focale f' . Un moyen simple est d'utiliser la méthode par autocollimation. 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.

On montre alors que lorsque l'objet est dans le plan focal objet de la lentille, alors son image est dans le même plan que l'objet, et ceci indépendamment de la distance entre miroir et lentille.

La distance objet-lentille est alors égale à la distance focale de la lentille (puisque l'objet est dans son plan focal objet).



3.a – Déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée.

3.b – Justification de la méthode : montrer théoriquement, par un tracé de rayons, que lorsque l'objet est dans le plan focal on a bien une image dans ce même plan.

(**Remarque** : on peut aussi montrer que le grandissement est alors de -1.)

IV Plus précis : mesure par autocollimation avec un viseur

Dans la méthode précédente, la mesure de la distance entre la lentille et l'objet n'est pas très précise.

4.a – Lire la méthode d'utilisation du viseur optique (site de la classe, www.mmelzani.fr, rubrique TP).

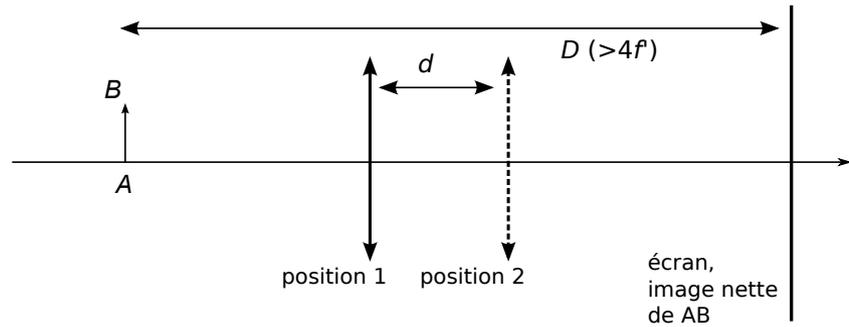
4.b – Recommencer la méthode de mesure de f' avec le miroir, mais cette fois en mesurant la distance objet-lentille à l'aide d'un viseur optique. Vous pouvez faire une petite marque au feutre effaçable sur la lentille pour mieux la repérer.

Comparer votre résultat avec la méthode sans viseur.

V Autre méthode : méthode de Bessel _____

(Si le temps le permet)

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 peut montrer 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 qui vérifie (cf exercice de TD) :

$$\frac{d^2}{D^2} = 1 - \frac{4f'}{D}.$$

Si $D < 4f'$, on ne peut pas obtenir une image nette sur l'écran.

5.a – On souhaite déterminer expérimentalement la focale de la lentille utilisée.

Mesurer d et D , puis en déduire la focale.

(**Remarque** : Les plus téméraires pourront mesurer la distance objet – image avec le viseur, et comparer à la mesure simple sans viseur)

VI Cas d'une lentille divergente _____

6 – Reprendre la méthode de Bessel et l'adapter pour mesurer la focale d'une lentille divergente.

Indication : lorsqu'on accole deux lentilles, on obtient une lentille équivalente dont la vergence vaut la somme des deux précédentes.