

TP n°2 : Lentilles minces

Matériel : source de lumière blanche avec un objet, lentille convergente et lentille divergente, miroir, banc optique gradué avec supports, un écran.

Objectifs du TP :

- Optimiser la qualité d'une image (alignement, limitation des aberrations).
- Estimer la valeur d'une distance focale.
- Estimer des incertitudes, estimer la compatibilité entre deux valeurs.

0 - Travail préalable

- ▷ Rappeler la condition de formation d'une image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.
- ▷ À l'aide de la relation de conjugaison de Descartes, proposer un protocole expérimental permettant de mesurer la distance focale f' d'une lentille convergente.
- ▷ Grâce à une recherche sur Internet, expliquer en quoi consiste la **méthode d'autocollimation** (on s'aidera d'un schéma clair).
- ▷ Proposer un protocole expérimental afin de réaliser la mesure d'une focale d'une lentille convergente par auto-collimation.

I - Premières observations

Vous avez sur votre paillasse deux lentilles à disposition, sur lesquelles sont indiquées leurs distances focales f' .

1. Identifier la lentille convergente et la lentille divergente.

Manipulation n°1

Observer à travers la lentille **convergente** un objet "à l'infini" (observer par exemple un objet dans la cour ou un objet éloigné dans la salle).

2. Construire géométriquement l'image correspondante sur un schéma clair.

Manipulation n°2

Observer à travers la lentille **divergente** un objet "à l'infini" (observer par exemple un objet dans la cour ou un objet éloigné dans la salle). Construire l'image correspondante sur un schéma clair.

3. Construire géométriquement l'image correspondante sur un schéma clair.

II - Étude de la relation de conjugaison

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) :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

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.

Manipulation n°3

Placer l'écran, la lampe, l'objet, et la lentille sur le banc optique, **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.

4. Cette dernière observation est-elle en accord avec la condition de formation d'une image réelle par une lentille convergente ?

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

Mesure n°1

Mettre en oeuvre le protocole proposé dans le travail préalable.

5. En déduire une valeur de f' , avec l'incertitude correspondante. On présentera le résultat de mesure sous la forme :

$$f' = \overline{f'} \pm 2u(f')$$

6. Comparer avec la valeur annoncée par le fabricant en calculant l'écart normalisé z , et conclure sur l'accord.

III - Mesure de focale par auto-collimation

On garde la lentille précédente. On souhaite par une autre méthode déterminer sa longueur focale f' . Un moyen simple est d'utiliser la méthode dite d'**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.

Mesure n°2

Mettre en oeuvre le protocole proposé dans le travail préalable.

7. En déduire une valeur de la distance focale f' .
8. Évaluer l'incertitude sur cette mesure.

Rédiger le compte-rendu

Le compte-rendu de ce TP doit au moins contenir :

- ▷ Le principe des deux méthodes utilisées (relation de conjugaison et auto-collimation) pour déterminer expérimentalement la distance focale de la lentille convergente, avec des schémas clairs.
- ▷ Les résultats de mesure (Q5 et Q7) avec leurs incertitudes.
- ▷ La discussion de l'accord avec la valeur annoncée par le constructeur.