

TP 3 - Formation d'images

- ◇ Banc d'optique de 2 m.
- ◇ Source lumineuse.
- ◇ Supports de lentilles et de diapositives.
- ◇ Ensemble de lentilles minces (convergentes et divergentes) et d'objets (disque perforé d'une lettre, papier calque avec flèche et miroir).
- ◇ Règle 50 cm.

- Lavez-vous les mains au gel hydro-alcoolique avant de manipuler le matériel et portez **correctement** votre masque.
- Manipulez une lentille par la tranche pour éviter de la salir. Pour ne pas la rayer, replacez-là dans le porte lentille et non sur la table.
- Pour placer une lentille sur un support, placez le support à l'horizontale, insérez la lentille puis utilisez la bague métallique pour la coincer.
- Ne pas placer ses mains sur la lampe, elle chauffe : pour la déplacer, utiliser son support.
- Remettre en l'état avant de quitter la salle : support dans le porte support, lentilles dans le porte lentilles, lampe éteinte, etc...

Notions et contenus	Capacités exigibles
Optique	
Former une image.	Éclairer un objet de manière adaptée. Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, et choisir leur focale de façon raisonnée. Optimiser la qualité d'une image (alignement, limitation des aberrations, etc.). Estimer une valeur approchée d'une distance focale.

Le but de ce TP est de comprendre et d'utiliser les propriétés des lentilles convergentes et divergentes pour former une image. Vous chercherez à estimer la distance focale d'une lentille, sa propriété essentielle, par différentes méthodes.

1 Forme des lentilles

A l'aide du code couleur sur la tranche des lentilles, repérez les lentilles "convergentes" (celles qui ont une distance focale positive) et "divergentes" (distance focale négative). Repérez la différence de courbure entre les lentilles. Arrivez-vous à voir à travers les deux types de lentilles ? Pour quelle raison d'après vous ?

2 Distance focale d'une lentille convergente

Placez une lentille convergente de 100 mm à plat à proximité de la pailleuse puis la déplacer vers le haut. Progressivement, l'image du plafonnier se forme sur la pailleuse. Mesurez la distance entre la lentille et la table de manière approximative avec une règle et réitérer cette expérience pour les autres lentilles convergentes en reportant vos résultats dans le document réponse. Comparer les mesures obtenues aux indications données avec le code couleur des lentilles. Faire de même avec une lentille divergente : remarquez qu'une ombre se forme contrairement à la lentille précédente. Arrivez-vous à former une image du plafonnier ?

Placez une lentille convergente de votre choix sur un support placé sur le banc d'optique.

Placez le disque métallique perforé d'une lettre dans la rainure devant la lampe prévue à cet effet : ce disque sera votre "objet". Obtenir une "image" nette de cet objet sur un écran situé après la lentille (par rapport à la provenance de la lumière).

Dans quel sens se trouve l'image par rapport à l'objet ? Cherchez une deuxième position à distance écran/objet permettant d'avoir une image nette puis comparez la taille des images obtenues.

Notez la valeur de la distance entre l'objet et la lentille et la distance entre la lentille et l'image puis faire le calcul suivant :

$$\frac{d \times D}{d + D} \quad (1)$$

où d et D représentent les distances lentille/image et lentille/objet. Ce résultat doit donner une valeur de f' , la distance focale de la lentille. Faire cette expérience et notez les valeurs pour chaque lentille convergente et reportez vos résultats dans le document réponse.



Les termes amont/aval ou avant/après sont fixés par le sens de "l'axe optique", lui même très souvent fixé par le sens de propagation de la lumière. L'axe optique est l'axe de symétrie de la lentille.



Chaque partie d'une lentille, d'un objet ou d'une image peut être représenté par des points dans l'espace. Le centre d'une lentille, appelé centre optique, est noté O (ou O affecté d'un indice correspondant au numéro de la lentille s'il y en a plusieurs sur le montage). La projection de O selon l'axe optique sur l'objet (resp. sur l'image) est noté A (resp. A'). A et A' correspondent généralement au centre des objets et des images lorsque les optiques et objets sont bien alignés.



En optique, les distances dites "algébriques" sont utilisées. Elles correspondent aux distances réelles multipliées par un facteur 1 ou -1 en fonction du sens de la mesure : 1 si la mesure se fait selon le sens de l'axe optique, -1 sinon. Pour distinguer une distance algébrique entre deux points, d'une distance classique, une barre est placée au dessus du symbole de la distance (un peu comme un vecteur sans la flèche (l'algébrisation d'une grandeur étant relié au concept de vecteur)). D'après le schéma ci-dessous, \overline{OA} est la distance entre O et A multipliée par -1 (pour aller de O à A, vous allez dans le sens inverse de la flèche représentée sur l'axe optique). \overline{AO} est la distance entre O et A multipliée par 1.



Placer une lentille convergente quelconque sur un support et décaler l'écran le plus loin possible de l'objet. Tenir à la main un miroir derrière cette lentille convergente et faire apparaître dans le plan de l'objet une réflexion par modification de l'inclinaison du miroir. Essayer d'obtenir une image nette dans le plan de l'objet et de même taille que celui-ci en décalant conjointement la lentille et le miroir (un seul expérimentateur doit tenir le miroir, déplacer la lentille et vérifier la taille de l'image, l'autre pourra faire la même expérience avec une autre lentille). Mesurez alors la distance lentille-objet : c'est la distance focale de la lentille convergente.

3 Distance focale d'une lentille divergente



Placer une lentille convergente de 200 mm à 400 mm de l'objet puis déplacer l'écran pour obtenir une image nette. Notez la valeur de la position de l'écran, puis reculer l'écran. Placer une lentille divergente (de distance focale vérifiant $|f'| < 400$ mm) entre l'écran et la lentille convergente et tentez d'obtenir une image nette sur l'écran en bougeant uniquement la lentille divergente. Comparez la position de la lentille divergente à la position initiale de l'écran sans lentille divergente : l'image de l'objet par la lentille convergente se trouve avant ou après la lentille divergente ? Prendre les distances entre la lentille divergente et l'écran pour ses deux positions (initiale sans lentille divergente et finale avec lentille divergente) et appliquer la formule (1) en multipliant une des distances par un facteur -1 : que remarquez-vous ?

4 Mesure précise d'une distance focale



Mesurez différentes positions de l'ensemble image/lentille/objet en repérant la distance lentille/objet et lentille/image d'une lentille convergente et reportez l'ensemble de ces valeurs dans un tableau sous Python (cf document en ligne). Utilisez la formule de conjugaison pour calculer la distance focale et estimez les incertitudes de mesure par la méthode proposée sur le document en ligne.

Document réponse

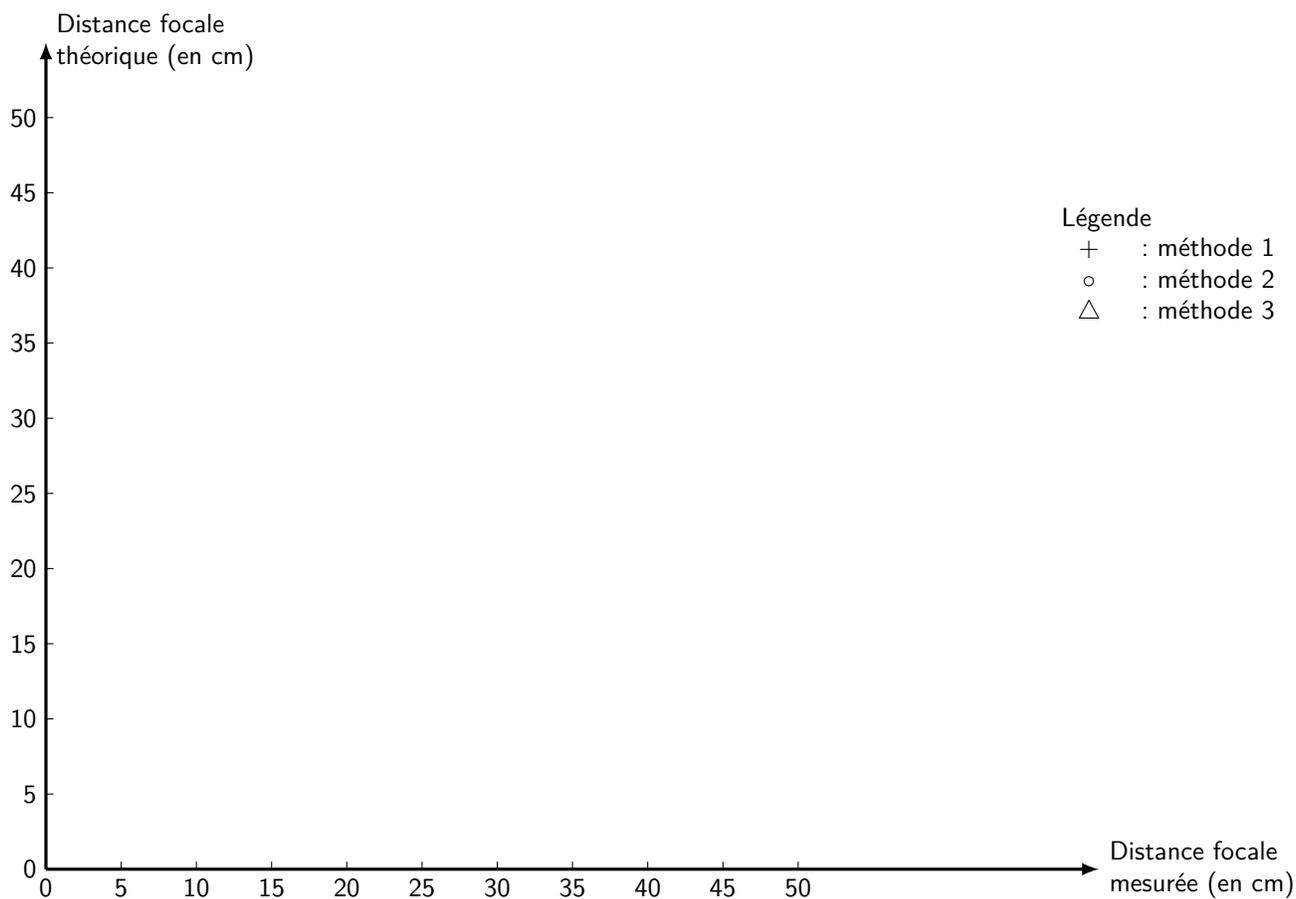
Nom :

Prénom :

Représentez la vue en coupe d'une lentille convergente et divergente. Indiquez comment un rayon lumineux quelconque semble être dévié par la lentille. Faire le schéma de la "lentille mince" associée. Donner le nom de la troisième méthode pour la mesure de la distance focale d'une lentille convergente.



Tracez les valeurs obtenues par la mesure de la distance focale d'une lentille convergente avec les trois différentes méthodes :



Proposez une interprétation des résultats.



En utilisant le vocabulaire adéquat rencontré dans le TP (axe optique, objet ou image réel ou virtuel, etc...) expliquez la raison de l'utilisation d'une lentille convergente dans le protocole de la mesure de la distance focale d'une lentille divergente en soulignant la différence avec le protocole de la mesure d'une lentille convergente.



Exprimer le résultat de votre mesure de distance focale d'une lentille convergente incluant l'incertitude-type obtenue par la méthode de la relation de conjugaison (notebook Jupyter).



Proposez un protocole pour mesurer la distance focale des autres lentilles divergentes.



Retrouvez la formule (1) à partir de la formule de conjugaison de Descartes : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

