

TP 4 - LENTILLES MINCES

On va dans ce TP déterminer les longueurs focales de certaines lentilles de différentes manières (rapidement ou précisément), et se servir de lentilles minces convergentes afin de faire l'image d'un objet sur un écran.

I Reconnaissance rapide des lentilles (20 minutes maximum)

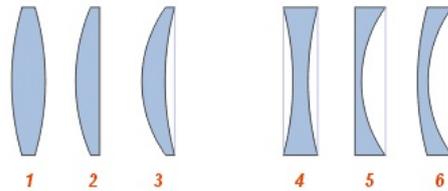
Objectifs :

- Distinguer rapidement les lentilles convergentes et divergentes.
- Déterminer approximativement la valeur de la focale d'une lentille convergente.

I.1 Rappels

Indication :

Une lentille est constituée de deux dioptries sphériques. Il existe les lentilles convergentes ou à bords minces (1,2,3) et les divergentes à bords épais (4,5,6). On caractérise une lentille par sa longueur focale f' (en m) ou sa vergence V (en m^{-1} ou dioptries δ) liée à la longueur focale par la formule $V = \frac{1}{f'}$. Pour les lentilles convergentes, $f' > 0$, pour les divergentes $f' < 0$.



I.2 Manipulations

Vous disposez de lentilles de longueurs focales non précisées que l'on va essayer de caractériser.

Question (I.1)

Repérez quelles sont les lentilles convergentes ou divergentes en les touchant **à travers un mouchoir**. Indiquez dans votre compte-rendu quelles lentilles sont convergentes et lesquelles sont divergentes.

Question (I.2)

Prenez une lentille convergente et lisez le texte du TP à travers cette lentille. Faites la même chose avec une lentille divergente. Rédigez un protocole pour déterminer rapidement si une lentille est convergente ou divergente sans avoir à la toucher avec un mouchoir.

Question (I.3)

Prenez la lentille convergente numérotée 8, et placez vous sous un éclairage. Essayez de former l'image du tube fluorescent sur la table. Dans ce cas, on peut supposer que le tube fluorescent est situé à l'infini, et donc que la distance entre la table et la lentille est égale à sa distance focale. Indiquez sur votre compte-rendu la longueur focale estimée de cette lentille, et sa vergence.

Question (I.4)

Justifiez en utilisant la relation de conjugaison de Descartes $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ que le protocole précédent estime bien la longueur focale.

II Mesures de la longueur focale en utilisant la relation de conjugaison de Descartes.

Objectifs :

- Formez l'image d'un objet par une lentille convergente sur un écran.
- Effectuer une régression linéaire pour estimer une longueur focale avec l'incertitude associée

Pour cette expérience vous disposez d'une source lumineuse, d'une lentille convergente dont on veut déterminer la longueur focale, d'un objet (une diapositive en forme de F) et d'un écran ainsi que d'un banc gradué. Le montage à réaliser est représenté sur la figure 1. On appellera dorénavant O la position de la lentille sur le banc gradué, A celle de l'objet et A' celle de l'écran.

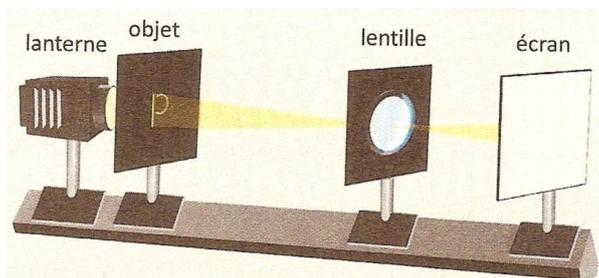


FIGURE 1 – Montage expérimental pour la projection d'un objet par une lentille convergente.

II.1 Première mesure

Placez la lentille numérotée 8 à une distance d'environ 15 cm de l'objet. Lorsque l'écran est à la position A' où se forme l'image de l'objet, on voit l'objet nettement à l'écran (l'image obtenue n'est pas floue). Vous remarquerez qu'il y a toute une plage de positions de l'écran pour lesquelles l'image semble nette, on notera d l'étendue de cette plage de valeurs.

Question (II.1)

Indiquez sur votre compte rendu les distances \overline{OA} , d et $\overline{OA'}$. On prendra comme incertitude des incertitudes de type B : pour \overline{OA} , l'incertitude est dominée par les graduations du banc, on prendra donc $u(\overline{OA}) = \frac{\Delta}{\sqrt{12}}$ où Δ est la valeur d'une graduation. Par contre pour $\overline{OA'}$, l'incertitude vient majoritairement de la plage de netteté de longueur d . On prendra donc pour $u(\overline{OA'}) = \frac{d}{\sqrt{12}}$.

Question (II.2)

Appelez le professeur pour montrer vos mesures avant de passer à la suite.

II.2 Régression linéaire

On va maintenant effectuer une série de 10 mesures similaires en éloignant la lentille de l'objet, puis utiliser la relation de conjugaison de Descartes $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ pour trouver la longueur focale f' .

Question (II.1)

Dans *Regressi*, inscrivez votre première mesure déjà effectuée avec les valeurs de \overline{OA} et $\overline{OA'}$ munies de leurs incertitudes.

Question (II.2)

Ajoutez les 9 mesures suivantes au fur et à mesure, et reportez les sur le compte rendu.

Question (II.3)

En utilisant l'onglet *Ajouter* muni d'un +Y vert, et l'option *grandeur calculée*, on peut demander à *Regressi* de faire des calculs sur des grandeurs en prenant en compte les incertitudes.

Demandez à *Regressi* de tracer $\frac{1}{OA'}$ en fonction d'une grandeur pertinente à déterminer afin que la modélisation puisse se faire par une droite.

Question (II.4)

Procédez à la modélisation en prenant en compte les incertitudes. Sur le compte rendu, vous justifierez le choix de courbe, et reporterez les valeurs obtenues par la modélisation (coefficients a et b ainsi que le $\chi^2_{réduit}$ noté $Chi2/(N - p)$ sous *Regressi*).

Question (II.5)

Déterminez f' ainsi que son incertitude.

III Méthodes de focométrie (si il reste du temps)

III.1 Avec un viseur à frontale fixe

La méthode précédente avec formation d'une image sur un écran n'est utilisable que dans le cas où l'image peut se former sur l'écran, donc dans le cas d'une image réelle. Il est toutefois possible de l'adapter aux images fictives en utilisant un viseur à frontale fixe. Un viseur à frontale fixe est un instrument d'optique qui permet de former l'image nette d'un objet situé à une distance fixe devant lui (d'où son nom). Il est composé de deux lentilles (voir Fig 2), l'une appelée objectif (du côté de l'objet visé), et un oculaire (du côté de l'œil). Lorsque l'objet visé est à la distance précise d'utilisation du viseur, son image à travers l'objectif \mathcal{L}_1 est dans le plan du réticule (une croix placée par le constructeur dans le plan focal objet de l'oculaire). L'objet visé et le réticule sont alors nets tous les deux lorsque l'on regarde à travers l'oculaire.

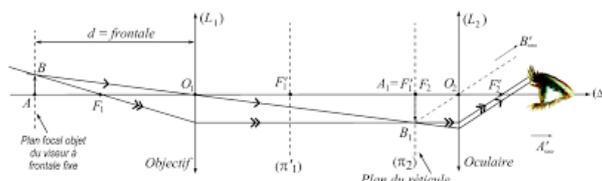


FIGURE 2 – Schéma de fonctionnement du viseur à frontale fixe.

En pratique on reprend le montage précédent et on ajoute en fin de banc le viseur au lieu de l'écran. On place d'abord le viseur de telle sorte que l'objet et le réticule du viseur (la croix) soient vus nettement, et on mesure la position du viseur x_1 . On place ensuite la lentille sur le banc et on déplace le viseur afin de voir la lentille (grâce aux impuretés présentes à sa surface) et on mesure la nouvelle position x_2 , on a alors $\overline{OA} = x_1 - x_2$. On déplace enfin le viseur une dernière fois afin d'observer l'image et on mesure la position x_3 , on a alors $\overline{OA'} = x_3 - x_2$, et on peut appliquer la relation de conjugaison de Descartes afin de déterminer f' .

III.2 Méthode de Bessel

On fixe la distance entre l'objet et l'écran D . Il y a alors deux positions de la lentille pour lesquelles l'image est nette. Si ces deux positions sont séparées de L , alors la lentille a pour longueur focale :

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

III.3 Méthode de Silberman

On cherche à faire l'image de l'objet sur l'écran en plaçant la lentille à mi-chemin entre l'objet et l'écran. Lorsque l'on a réussi, la distance entre l'objet et la lentille est alors $4f'$.

III.4 Méthode d'autocollimation

On place un miroir plan derrière la lentille. L'image se forme alors du côté de l'objet et on se sert de la monture de l'objet comme écran. Lorsque on réussit à former l'image juste à côté de l'objet, la lentille est alors placée à f' de l'objet.

Question (III.1)

Mettre en œuvre une de ces méthodes pour déterminer la focale de la lentille utilisée pour la régression linéaire.

Question (III.2)

Commentez sur votre compte rendu les avantages et inconvénients respectifs des deux méthodes utilisées (celle de focométrie et la régression).