

TP d'optique géométrique

Focométrie des lentilles minces

Objectifs :

- 1 - Déterminer la focale d'une lentille convergente.
- 2 - Evaluer la précision des différentes méthodes et le temps de mise en oeuvre du protocole
- 3 - Dresser un bilan des différentes méthodes et discuter le compromis entre temps et précision

Le compte rendu devra répondre à ces objectifs pour chacune des méthodes étudiées en s'appuyant sur des constructions. Les hypothèses du modèle doivent être justifiées en préambule.

Vous n'aurez pas nécessairement le temps de passer en revue toutes les méthodes proposées.

Suivre l'ordre indiqué et faire 1, 2 et 3 au moins.

Privilégier la qualité du travail sur la quantité. Le TP doit être préparé pour gagner du temps.



1 - Détermination de la focale d'une lentille convergente

Vous disposez d'une source de lumière au choix, d'un axe gradué (banc d'optique) ou règle au choix, de l'ensemble des lentilles et d'un écran.

Proposer un protocole très simple pour dire si une lentille donnée est convergente ou pas et pour indiquer sa focale à mieux que 25% d'erreur relative dans le cas où elle est convergente.

On s'appuiera sur une construction, on justifiera le résultat par une évaluation de l'incertitude de mesure.



2 - Détermination de la focale d'une lentille convergente par autocollimation

Préparation : modélisation

L'autocollimation consiste à renvoyer l'image produite par une lentille à travers la même lentille grâce à un miroir plan. En déduire le protocole par une construction judicieuse.

Vous disposez pour cela d'une source de lumière, d'un objet diffusant à réaliser, du banc d'optique de l'ensemble des lentilles et d'un miroir plan. Il n'y a pas d'écran !

a - Trouver un protocole pour évaluer la focale de la lentille et déterminer l'incertitude sur la mesure.

On indiquera l'erreur relative obtenue. Que vaut le grandissement et son incertitude ?

On justifiera le protocole et les résultats sur la base d'une ou plusieurs construction géométrique que ce soit pour la formation de l'image et pour la valeur de son grandissement.

Discuter aussi le choix particulier d'une lentille et de sa focale plutôt qu'une autre. Quelle en est la conséquence sur les mesures ?

b - Quel est l'effet de l'inclinaison du miroir sur l'image : sa position et sa taille ?

Justifier sur la base d'une construction.



3 - Méthode de Bessel

Vous disposez d'un objet, d'un écran et d'une lentille au choix

Soit D la distance entre l'objet et l'écran. Nous avons vu en cours que si $D > 4f'$ il y a toujours formation de deux images en x_1 et x_2 . Soit e l'écartement entre les deux images obtenues.

Préparation : calcul de la position des deux images

a - Calculer la position des deux images et leur écartement e en fonction de D et f' .

en déduire l'expression de f' en fonction de e et D .

b - Peut on prévoir la taille des deux images ?

Préparation : (niveau 2)

c - Par la méthode des perturbations [exprimer $f' + \Delta f'$ en fonction de $e + \Delta e$ et de $D + \Delta D$] calculer l'incertitude sur f' [calcul long mais indispensable donc valorisé]

Réalisation :

d - Faire le montage et conclure quant aux prédictions théoriques.
Analyser en particulier les deux images obtenues.

Analyse et modélisation :

e - Proposer un protocole de mesure de la focale et de son incertitude. Indiquer l'erreur relative.

Rq : bien détailler les étapes du protocole.

On justifiera les valeurs retenues pour tous les paramètres de l'expérience et notamment de la focale. Indiquer toutes les valeurs mesurées et leurs incertitudes.

f - Conclure sur l'efficacité et la difficulté de mise en oeuvre de la méthode.



4 - Méthode de Silberman

Préparation :

La méthode de Silberman reprend celle de Bessel en utilisant le cas particulier où $D = 4f'$.

a - A partir des calculs théoriques du 3 quelles sont les conséquences théoriques attendues.

b - Proposer un nouveau protocole de mesure [à détailler].

Réalisation : Le réaliser en indiquant toutes les valeurs mises en jeu lors des mesures.

c - Indiquer la valeur de la focale et l'incertitude obtenue par cette méthode.



5 - Mesure par régression linéaire.

On étudie ici la relation de conjugaison dans la configuration objet réel / image réelle.

Préparation :

a - Montrer que la relation de conjugaison peut s'écrire : $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f'}$ = v
Que représentent les longueurs d_1 et d_2 ?

b - En posant $x = 1/d_1$ et $y = 1/d_2$, quelle est la nature de cette équation ?

Analyse et modélisation :

c - Proposer un protocole de mesure pour tracer une droite qui permette de déduire la focale.

d - Calculer les incertitudes théoriques associées au points de mesures (x, y).

e - Mettre en oeuvre le protocole et tracer la droite sur papier millimétré.

En déduire la focale à la machine par une régression linéaire informatique.



6 - Cas d'une lentille divergente

a - Proposer une méthode pour déterminer la focale d'une lentille divergente.

b - La réaliser ou non selon le temps qu'il reste.