

TP 3

Introduction :

L'objectif de ce TP est de mettre en œuvre des méthodes de focométries dans le but de mesurer des distances focales. Ce TP nous permettra également de former des images à l'infini et de nous permettre de nous acclimater avec les calculs d'incertitudes.

Protocole :

On dispose sur notre paillasse d'un banc optique, d'une lanterne avec un objet, de deux jeux de lentilles et de miroirs plans ainsi qu'un écran.

Nous commencerons notre TP en réglant le générateur et en posant la lanterne sur la graduation 0 de notre banc d'optique pour servir de base.

Nous commencerons par une recherche des distances focales de nos lentilles avec la méthode de Bessel notamment. Cette méthode consiste à rechercher les deux positions pour lesquelles une image nette se forme sur l'écran pour ensuite pouvoir déterminer la distance focale de la lentille.

Nous nous pencherons ensuite sur la réalisation d'une image à l'infini, en utilisant par ailleurs la méthode de l'autocollimation.

Il nous faudra par la suite modéliser l'œil avec les lentilles à notre disposition pour comprendre son fonctionnement.

Finalement, nous étudierons le cas d'une lunette astronomique en la modélisant et nous déterminerons son grossissement.

Application pratique

On utilise des méthodes de focométrie apprises lors du TP 2.

Méthode de Bessel (lentilles convergentes) :

Rappelons qu'il existe la relation suivante entre D la distance entre l'objet et l'image et d les positions pour lesquelles l'image est nette :

$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4D} \text{ avec } d = x_2 - x_1$$

Lentille $v = + 8\delta$ jeu 1 :

On trouve :

- $D = 60cm \pm 0.5cm$
- $x_1 = 18cm \pm 0.5cm$
- $x_2 = 41cm \pm 0.5cm$
- $d = x_2 - x_1 = 23cm$
- $f' = 0.128m$ (par la relation entre D et d)
- $v = \frac{1}{f'} = 7.81\delta$

Lentille $v = + 8\delta$ jeu 2 :

On trouve :

- $D = 60cm \pm 0.5cm$
- $x_1 = 17.5cm \pm 0.5cm$
- $x_2 = 42.5cm \pm 0.5cm$
- $d = 29cm$
- $f' = 0.24m$
- $v = 8.06\delta$

Lentille $v = + 3\delta$ jeu 1:

On trouve :

- $D = 1.40m \pm 0.005m$
- $x_1 = 0.55m \pm 0.005m$
- $x_2 = 0.84m \pm 0.005m$
- $d = 0.29m$
- $f' = 0.335m$
- $v = 2.99\delta$

Lentille $v = + 3\delta$ jeu 2 :

On trouve :

- $D = 1.55m \pm 0.005m$
- $x_1 = 0.58m \pm 0.005m$
- $x_2 = 0.96m \pm 0.005m$
- $d = 0.38m$
- $f' = 0.364m$
- $v = 2.747\delta$

Lentille $v = + 20\delta$ jeu 1 :

On trouve :

- $D = 1.35m \pm 0.005m$

- $d = 1.295m$
- $f' = 0.0269m$
- $v = 37.14\delta$

Méthodes lentilles accolées (lentilles divergentes) :

En accolant deux lentilles, dont une où nous connaissons sa vergence, nous pouvons déterminer l'autre.

Lentille $v = -2\delta$ jeu 1 :

Nous trouvons pour la lentille équivalente :

- $D = 1.55m \pm 0.005m$
- $d = 1.17m$
- $f' = 0.167m$
- $v = 5.99\delta$

Or nous avons l'association d'une lentille divergente avec une lentille convergente de vergence connue de $v = 7.81\delta$.

Par conséquent, la lentille inconnue a une vergence de $v = 5.99 - 7.81 = -1.82\delta$

Lentille $v = +20\delta$ jeu 1 :

Nous avons en effet trouvé une vergence bien trop différente de la réelle, nous utilisons alors une autre méthode.

Nous trouvons pour la lentille équivalente :

- $D = 0.235m \pm 0.005m$
- $d = 0.045m$
- $f' = 0.057m$
- $v = 17.5\delta$

Or nous avons l'association d'une lentille divergente avec une lentille convergente de vergence connue de $v = -1.82\delta$.

Par conséquent, la lentille inconnue a une vergence de $v = 17.5 + 1.82 = 19.32\delta$

Lentille $v = -6\delta$ jeu 1 :

Nous trouvons pour la lentille équivalente :

- $D = 0.40m \pm 0.005m$
- $d = 0.2m$
- $f' = 0.075m$
- $v = 13.33\delta$

Or nous avons l'association d'une lentille divergente avec une lentille convergente de vergence connue de $v = 19.32\delta$.

Par conséquent, la lentille inconnue a une vergence de $v = 13.33 - 19.32 = -5.99\delta$

Réalisation d'un objet à l'infini et modélisation de l'oeil

Pour créer une image à l'infini, il faut confondre le plan focal objet avec la source lumineuse.

Par conséquent puisque nous travaillons avec une lentille de vergence :

$$v_1 = 7.81\delta \text{ et de distance focale } f'_1 = 0.128m = 12.8cm.$$

Ainsi plaçons notre lentille à une distance de $12.8cm$ de la source lumineuse. L'image se forme à l'infini.

Pour le vérifier, prenons une autre lentille de vergence :

$$v_2 = 8.06\delta \text{ et de distance focale } f'_2 = 0.124m = 12.4cm.$$

Il faut désormais placer la lentille sur le banc optique, après la première et placer un écran à $12.4cm$ de cette deuxième lentille. Nous observons une image nette se former sur l'écran.

Cette modélisation s'apparente au fonctionnement de l'œil dont le cristallin agit comme cette deuxième lentille.

Etude d'une lunette astronomique

Dans cette dernière partie du TP, nous réalisons un modèle de lunette astronomique. Pour ce faire, nous utilisons d'abord le premier montage utilisé pour créer une image à l'infini. Nous plaçons ensuite les lentilles de sorte à créer un système optique afocal qui nous permet de rendre une image à l'infini (adapté pour l'œil).

On place donc la première lentille \mathcal{L}_1 de vergence $v = 2.75\delta$ tel que $f'_1 = 36.4cm$, \mathcal{L}_2 de vergence $v = 2.99\delta$ tel que $f'_2 = 33.5cm$ et enfin \mathcal{L}_3 de vergence $v = 19.32\delta$ tel que $f'_3 = 5.7cm$.

En observant à travers la lentille \mathcal{L}_3 on observe donc une image plus grande et nette.

Conclusion

Ainsi, nous avons pu travailler sur la détermination de la vergence de nos lentilles pour pouvoir effectuer des calculs fidèles à notre matériel pour la suite du TP.

Par ailleurs, nous aurions dû faire plus de mesures sur les mêmes lentilles pour obtenir des incertitudes plus précises.