MADEMOISELLE PHYSIQUE-CHIMIE • PREMIÈRE · ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

TP — Déterminer la distance focale d'une lentille : méthodes de Silbermann et de Bessel

Thème : Ondes et signaux — Formation d'une image par une lentille

Nom : ..... Prénom : ..... Classe : ..... Date : .....

La distance focale d'une lentille peut être mesurée sans connaître à l'avance sa valeur, à l'aide de deux méthodes géométriques classiques.

Objectif de l'activité : déterminer la distance focale f' d'une lentille convergente inconnue par la méthode de Silbermann, puis par la méthode de Bessel, et comparer les deux résultats.

Compétences travaillées

- **ANA-RAIS** : Élaborer et mettre en œuvre un protocole utilisant un banc d'optique.
- **RÉA** : Mesurer des distances avec précision et exploiter une relation littérale.
- **VAL** : Comparer deux résultats obtenus par des méthodes différentes.
- **ANA-RAIS** : Justifier le domaine de validité d'un protocole expérimental.

A. Deux méthodes, une même grandeur à mesurer

Pour un objet AB placé à une distance $\overline{OA}$ d'une lentille convergente de distance focale f' = $\overline{OF'}$, la relation de conjugaison et le grandissement s'écrivent :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Méthode de Silbermann

Lorsque l'image A'B' a exactement la **même taille** que l'objet AB et qu'elle est **renversée** ($\gamma = -1$), on montre à partir des relations ci-dessus que $\overline{OA} = -2f'$ et $\overline{OA'} = 2f'$. La distance D entre l'objet et l'écran vaut alors $D = \overline{OA'} - \overline{OA} = 4f'$, d'où :

$$f' = \frac{D}{4}$$

Méthode de Bessel

Pour une distance D fixée entre l'objet et l'écran, avec **D > 4f'**, il existe deux positions de la lentille qui donnent toutes deux une image nette sur l'écran (une image agrandie, l'autre réduite). Si d est la distance séparant ces deux positions de la lentille, on montre que :

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

Si D < 4f', aucune position de la lentille ne permet d'obtenir une image nette sur l'écran : la méthode de Bessel ne fonctionne pas.

Matériel disponible

Banc d'optique gradué • Objet lumineux (lettre F ou mire graduée), AB connu • Lentille convergente de **distance focale inconnue** • Écran translucide sur cavalier • Alimentation basse tension • Règle graduée ou mètre ruban

Consignes de manipulation

- Ne pas regarder directement la source lumineuse allumée.
- Manipuler la lentille uniquement par la tranche.

Pratique expérimentale

① Méthode de Silbermann

a) Proposer un protocole permettant de repérer la position de la lentille pour laquelle l'image obtenue sur l'écran a exactement la même taille que l'objet et est renversée.

b) Faire vérifier le protocole par le professeur, puis mesurer trois fois la distance D entre l'objet et l'écran dans cette configuration.

Essai	1	2	3	Moyenne
D (cm)				

c) En déduire la valeur de f' obtenue par la méthode de Silbermann.

② Méthode de Bessel

a) À partir de la valeur de f' trouvée à l'atelier 1, choisir une distance D entre l'objet et l'écran vérifiant $D > 4f'$ (proposer une valeur et la faire valider par le professeur). Fixer l'objet et l'écran à cette distance D et ne plus les déplacer.

b) Déplacer la lentille entre l'objet et l'écran. Repérer les deux positions x_1 et x_2 de la lentille sur le banc pour lesquelles l'image est nette sur l'écran.

Grandeur	Valeur
D (cm), fixée	
Position x_1 de la lentille (cm) — image agrandie	
Position x_2 de la lentille (cm) — image réduite	
$d = \lvert x_2 - x_1 \rvert$ (cm)	

c) Calculer la valeur de f' obtenue par la méthode de Bessel.

Exploiter et conclure

1) Calculer l'écart relatif entre les deux valeurs de f' obtenues (Silbermann et Bessel).

2) Laquelle des deux méthodes vous semble la plus précise, et pourquoi (nombre de repérages nécessaires, sensibilité de l'œil pour juger « même taille » ou « image nette ») ?

Un pas vers le cours

3) Justifier (ANA-RAIS) — En vous appuyant sur la méthode de Silbermann, expliquer pourquoi la méthode de Bessel exige que la distance D entre l'objet et l'écran vérifie $D > 4f'$.