

Objectifs :

- Éclairer un objet de manière adaptée, optimiser la qualité d'une image.
- Estimer l'ordre de grandeur d'une distance focale.

La focométrie consiste à déterminer la distance focale d'une lentille

Pour la lentille X, le constructeur certifie la valeur de $f'_{Xcons} = 20\text{ cm} \pm 2\text{ cm}$.

Pour la lentille A, le constructeur certifie la valeur de $f'_{Acons} = -33\text{ cm} \pm 3\text{ cm}$.

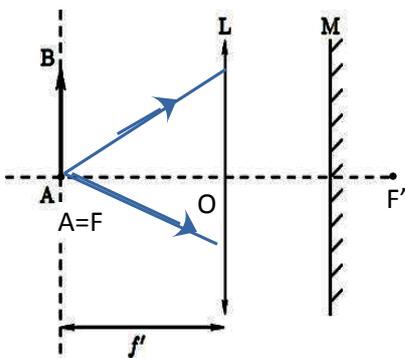
I. Focométrie des systèmes convergents

On prendra pour toute cette partie la même lentille convergente X. L'objectif est de mesurer sa distance focale, en utilisant des méthodes différentes

Si sur votre banc se trouve un viseur, **vous devez commencer directement par la partie I.3**

Vous avez 40 min pour faire les mesures, et vous pouvez commencer la partie II une fois les mesures effectuées. **Il faudra changer de banc d'optique au bout d'une heure pour faire les parties I.1 et I.2**

I.1 Méthode d'autocollimation (à préparer chez soit)



Q1 a) En prolongeant les rayons partant de B sur le schéma ci-contre, montrer que l'image de AB par le miroir dans cette situation (notée A'B') est renversée, de même taille que AB et positionnée dans le plan focal objet de la lentille (donc dans le même plan que AB)

b) La position de l'image est modifiée si on déplace le miroir vers l'arrière
 Q2 Dédurre de la question précédente un protocole expérimental pour mesurer de la distance focale d'une lentille en utilisant un miroir plan.

→ Réaliser le protocole proposé. Donner la valeur de f' obtenue par ce protocole, avec son incertitude-type (vous pouvez l'écrire dans le tableau en fin d'énoncé)

Appel 1 : Appeler le professeur pour lui montrer le résultat obtenu

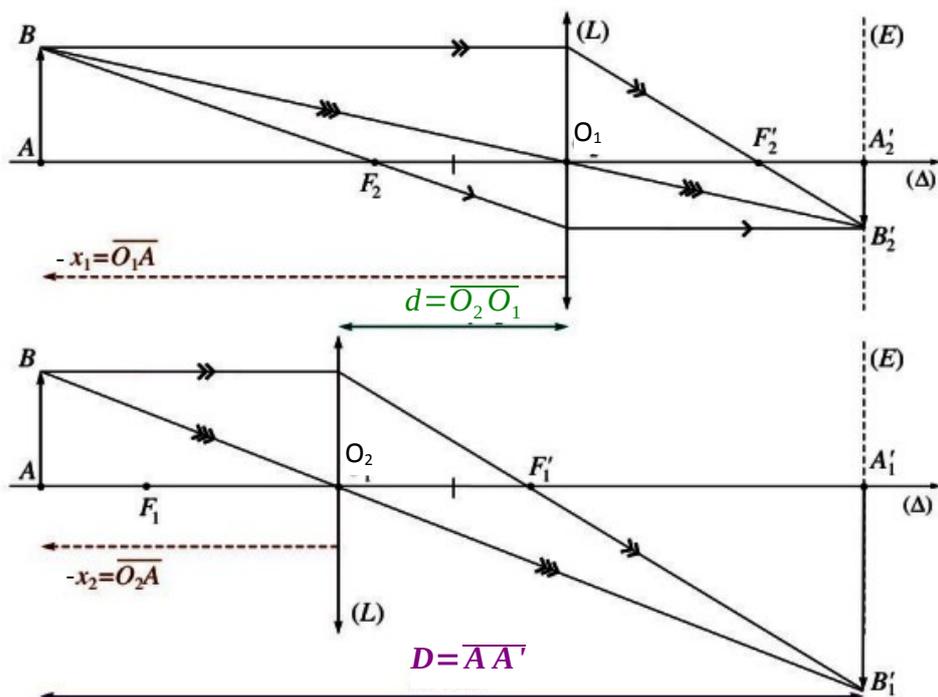
I.2 Méthode de Bessel

Pour une distance objet-écran (fixée) $\overline{AA'} = D$ tel que $D > 4f'$ on a montré dans le cours qu'il existe deux positions O_1 et O_2 de la lentille, symétriques par rapport au milieu du segment objet-écran permettant d'obtenir une image nette sur l'écran :

$$x_1 = \overline{AO_1} = \frac{D + \sqrt{D^2 - 4f'D}}{2}$$

et

$$x_2 = \overline{AO_2} = \frac{D - \sqrt{D^2 - 4f'D}}{2}$$



Q3 (à préparer chez soit) on note $d = \overline{O_2 O_1}$, montrer qu'on a la relation $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$

- Afin d'évaluer l'incertitude par une approche statistique (type A), faire la mesure de d au moins 7 de fois en faisant varier la distance D . Vous pouvez relever vos valeurs dans ce type de tableau, en gardant le maximum de chiffres significatifs sur les valeurs de d et D :

D							
d							

→ Indiquer la valeur de f' avec son incertitude-type issue d'une analyse statistique (voir fiche méthode incertitude)
(vous pouvez l'écrire aussi dans le tableau en fin d'énoncé)

👏 **Appel 2 : Appeler le professeur pour qu'il vérifie vos résultats ou en cas de difficultés** 👏

I.3 Focométrie avec viseur

3.a) . Réglage du viseur (se reporter à l'annexe pour le principe du viseur)

ÉTAPE 1 - Régler l'oculaire : il faut voir le réticule net sans accommoder (c'est-à-dire que l'œil regarde à l'infini). Ce réglage est propre à chaque individu. Il doit donc normalement être refait à chaque changement d'expérimentateur. Vous remarquerez que l'intérêt d'un oculaire réglable est de pouvoir s'adapter à un œil non emmétrope. Si vous portez des lunettes, vous avez donc tout intérêt à les retirer pour mieux voir dans l'instrument.

ÉTAPE 2 : Vérifier que cette lunette est une lunette de visée à l'infini.

ÉTAPE 3 - Placer la bonnette. Vous avez alors un viseur. Évaluer grossièrement la distance frontale de visée en observant un objet quelconque de votre paillasse. La noter.

3.b) Réalisation de pointés et mesure de distances

Travail à effectuer :

Former, à l'aide d'une lentille convergente X , l'image réelle d'un objet réel. Se placer dans une configuration proche du montage 4f. Retirer l'écran du banc d'optique.

Supposons que l'on souhaite mesurer les distances $\overline{OA'}$ et \overline{OA} , on procède alors de la manière suivante :

→ Pointer l'image avec le viseur. Noter alors la position du viseur : $x_{A'}$.

Pour l'incertitude-type : on est certain que la position nette se trouve dans un intervalle de demi largeur 1 cm autour

$$x_{A'}, \text{ l'incertitude est donc } u(x_{A'}) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,6 \text{ cm}$$

→ Pointer la lentille (les poussières sur la lentille) avec le viseur. Noter alors la position du viseur : x_O avec son incertitude -type (on prendra la même que pour $x_{A'}$)

→ En déduire la distance lentille-image : $\overline{OA'} = x_{A'} - x_O$ avec son incertitude-type $u(\overline{OA'}) = \sqrt{u(x_{A'})^2 + u(x_O)^2}$

(si vous avez une valeur négative à cause de l'orientation du banc, prendre l'opposé)

→ Pointer l'objet avec le viseur (**en plaçant des filtres devant l'objet !**). Noter alors la position du viseur x_A avec son incertitude-type (la même que pour $x_{A'}$)

→ En déduire la distance lentille-image : $\overline{OA} = x_A - x_O$ avec son incertitude-type (la même que pour $\overline{OA'}$)

(si vous avez une valeur positive à cause de l'orientation du banc, prendre l'opposé)

→ > en déduire aussi la distance $\overline{A'A}$ qui est négative ici

Lorsque l'on pointe par exemple la lentille, on relève pour x_O la position du viseur et non de la lentille elle même. Ce n'est pas gênant car on mesure une différence de position.

3.c). Focométrie par la méthode des points conjugués

Q4 (à préparer chez soit) montrer que relation de conjugaison de Descartes fournit alors : $f' = \frac{\overline{OA} \times \overline{OA'}}{\overline{AA'}}$

Écrire f' avec son incertitude-type en utilisant la formule de propagation de l'incertitude-type

$$u(f') = f' \times \sqrt{\left(\frac{u(\overline{OA})}{\overline{OA}}\right)^2 + \left(\frac{u(\overline{OA'})}{\overline{OA'}}\right)^2 + \left(\frac{u(\overline{AA'})}{\overline{AA'}}\right)^2}$$

(vous pouvez l'écrire aussi dans le tableau en fin d'énoncé)

👉 Appel 3 : Appeler le professeur pour qu'il vérifie vos résultats ou en cas de difficultés 👈

II. Focométrie des systèmes divergents

II.1) Méthode des points conjugués (avec lunette+bonnette)

→ Mettre en œuvre la méthode des points conjugués de la partie précédente(avec le viseur) pour la lentille divergente A.

Compléter le tableau en fin d'énoncé attention aux signes des distances algébriques

II.2) Méthode des lentilles accolées (à faire à la fin)

Propriété : La vergence totale de deux lentilles accolées est égale à la somme des vergences des lentilles qui sont accolées. Pour accoler deux lentilles vous pouvez mettre les deux dans la même monture

→ Exprimer la vergence équivalente V_{eq} à la lentille X et la lentille A accolées en fonctions des vergences V_X et V_A des deux lentilles, Exprimer ensuite la distance focale équivalente f_{eq} en fonction de f_A' et f_X .

→ En déduire l'expression de f_A en fonction f_{eq} et f_X

→ Proposer puis réaliser un protocole expérimental dans le but de déterminer la distance focale f_A de la lentille divergente connaissant celle de la lentille convergente f_X

(on pourra utiliser la méthode d'auto-collimation pour déterminer la distance focale f_{eq} de l'ensemble des deux lentilles accolées)

III Comparaison des différentes méthodes

Compléter les tableaux ci-dessous

Lentille X	Méthode	f avec son incertitude-type	Écart normalisé par rapport à la valeur de référence
	auto-collimation	$f=$	
	Bessel	$f=$	
	Points conjugués (avec viseur)	$f=$	

Lentille A	Méthode	f avec son incertitude-type	Écart normalisé par rapport à la valeur de référence
	Lentilles accolées	$f=$	
	Points conjugués (avec viseur)	$f=$	

Parmi les méthodes précédentes, laquelle vous semble la plus efficace ? La plus précise ? Justifier.