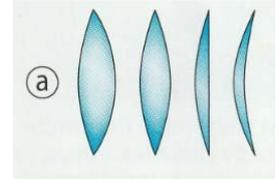


AE : DETERMINATION D'UNE DISTANCE FOCALE

Utilisées dès l'Antiquité, les lentilles sont des pièces de verre ou de plastique entrant dans la constitution d'appareils d'optique. Elles permettent la formation d'images nettes ou d'améliorer la vision d'un objet.

Parmi ces lentilles, on s'intéresse ici aux lentilles convergentes (figure a) et plus particulièrement au modèle de la lentille mince convergente.



Problème posé : Comment déterminer la distance focale f' d'une lentille mince convergente ?

Matériel disponible

- diverses lentilles repérées par une pastille de couleur
- 1 banc optique
- 1 source de lumière
- 1 objet (constitué d'une lettre accollée à la source de lumière pour être bien éclairée)
- 1 écran
- divers supports
- 1 règle

I. Formation d'une image

Document 1 : Montage expérimental pour former une image



ATTENTION : L'objet doit être bien éclairé. De ce fait la source lumineuse est généralement tout contre l'objet.

- Réaliser le montage expérimental pour former une image. On choisira une lentille de distance focale $f' = 20$ cm (lentille avec une pastille verte). L'objet sera constitué d'une lettre et sera situé à 30 cm de la lentille.
- Chercher la position de l'écran afin d'obtenir l'image sur celui-ci.

Appeler le professeur pour la vérification.

1) Décrire l'image obtenue. Pour cela préciser sa nature (réelle ou virtuelle), sa position (distance entre l'objet et la lentille), son sens (image droite ou renversée) et sa taille (en précisant si elle est plus grande ou plus petite que celle de l'objet).

- En modifiant la distance qui sépare l'objet de la lentille, réaliser différentes expériences pour compléter le tableau ci-dessous.

Position de l'objet par rapport à la lentille	Nature de l'image : image réelle ou virtuelle ?	Sens de l'image : image droite ou renversée ?	Image plus grande ou plus petite que l'objet ?
Entre l'infini et la distance = $2 \times f'$ (exemple : l'objet à 60 cm de la lentille)			
Distance = $2 \times f'$			
Entre la distance = $2 \times f'$ et la distance = f'			
Distance = f'			
Entre la distance = f' et la lentille			

2) Quelle situation correspond au principe d'une loupe ?

Pour aller plus loin :

Comparer vos réponses avec l'animation « formation d'une image » (animation disponible sur l'ENT activité A09-Lentilles)

II. Détermination de la distance focale d'une lentille

1) 1^{ère} méthode : En utilisant la relation de conjugaison

Document2 : Relation de conjugaison et grandissement

La **relation de conjugaison** ou relation de Descartes donne un lien entre la position de l'image et celle de l'objet, connaissant la distance focale de la lentille.

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \text{ qui peut aussi s'écrire } \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$$

- Pour les différentes positions de l'objet indiquées dans la première ligne du tableau qui suit, déterminer expérimentalement les différentes positions de l'image.
- Noter vos résultats dans la 2^{ème} ligne du tableau.

OA (en cm)	25	27	30	35	40	45	50
OA' (en cm)							
\overline{OA} (en cm)							
$\overline{OA'}$ (en cm)							

- a- Dans cette partie, quel est le signe de la grandeur algébrique \overline{OA} ? Exprimer alors la grandeur algébrique \overline{OA} (voir annexe)
- b- Même question pour la grandeur algébrique $\overline{OA'}$.
- c- Compléter les deux dernières lignes du tableau.
- Dans l'atelier scientifique (ouvrir « ExaoPhy »), saisir les deux dernières lignes du tableau. On notera « alg_OA » et « alg_OA' » les grandeurs à saisir.
 - Créer deux nouvelles grandeurs notées « inv_alg_OA » et « inv_alg_OA' » qui représentent respectivement « $\frac{1}{OA}$ » et « $\frac{1}{OA'}$ ».
 - Représenter le nuage de points $\frac{1}{OA'} = f \left(\frac{1}{OA} \right)$

Appeler le professeur pour la vérification.

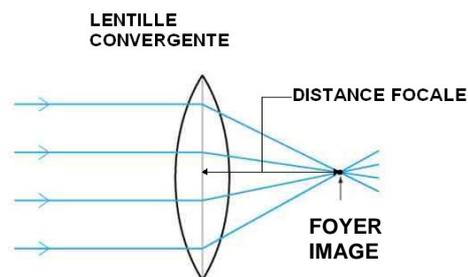
- d- D'après la relation de conjugaison fournie dans le document 2, quelle courbe doit-on obtenir ? En déduire alors le modèle à choisir pour tracer la courbe.
- Réaliser la modélisation du nuage de points.
- e- A partir du modèle tracé, déterminer la valeur de la distance focale f' de la lentille utilisée.
- f- Le constructeur indique que la distance focale de cette lentille est égale à $20 \text{ cm} \pm 10 \%$. Votre résultat est-il en accord avec cette indication ?

2) 2^{ème} méthode : La méthode de « l'objet à l'infini »

Document 3 : Lentille mince convergente

Pour une lentille mince convergente, un faisceau de rayons parallèles qui arrivent perpendiculairement à la lentille converge, après avoir traversé la lentille, en un point appelé le foyer image de la lentille.

La distance qui sépare le centre de la lentille du foyer image représente la distance focale f' de la lentille.



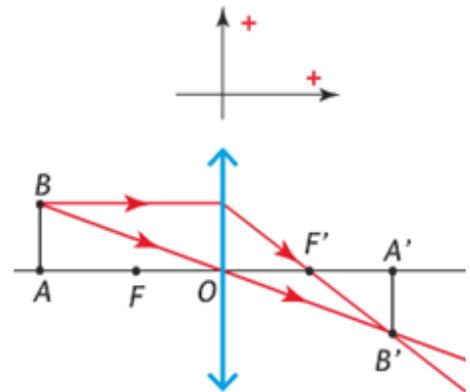
- a- Rédiger quelques lignes pour expliquer l'expérience à réaliser pour trouver la distance focale de la lentille. Faire un schéma de la situation.
Aide : Pour avoir un faisceau de rayons parallèles, il faut disposer d'un objet lumineux à l'infini (dans notre cas, un objet lumineux à plus de 2 m de la lentille est suffisamment éloigné pour être considéré à l'infini). On peut alors utiliser les néons du plafond.
- b- La mesure n'étant pas précise, donner les valeurs extrêmes f'_{min} et f'_{max} qui permettent de donner un encadrement de la valeur de la distance focale. On pourra alors écrire : $f'_{min} < f' < f'_{max}$.
On admettra que $u(f') = (f'_{max} - f'_{min})/6$
On souhaite écrire le résultat sous la forme : $f' = f'_{estimée} \pm u(f')$. Déterminer les valeurs de $f'_{estimée}$ et $u(f')$ puis écrire le résultat de la mesure sous cette forme. On rappelle que l'incertitude type $u(f')$ est écrite avec 1 seul CS, l'arrondi se faisant toujours à l'excès.
- c- Dans l'expérience réalisée, quelles sont les sources d'erreurs les plus importantes sur la mesure ?
- d- Le constructeur indique que la distance focale de la lentille est égale à $10 \text{ cm} \pm 10 \%$. Votre résultat est-il en accord avec cette indication ?

Annexe : Grandeurs algébriques :

On définit un **sens positif** de déplacement pour la lumière de **la Gauche vers la Droite** et **de bas en haut** ainsi on définit les distances par des **grandeurs algébriques** (surlignées):

\overline{OA} ou \overline{AB} ou $\overline{A'B'}$ ou $\overline{OA'}$ qui peuvent prendre des valeurs **négatives en fonction de leur écriture**.

Sur le schéma ci contre :



Pour déterminer la distance algébrique $\overline{OA'}$ on lit la distance OA' en partant de O et en allant vers A' .

Ce sens de lecture est identique au sens positif choisi ainsi $\overline{OA'} > 0$.

C'est équivalent en mathématique à la lecture sur l'axe des abscisses dans le repère d'origine 0 :

$$\overline{OA'} = x_{A'} > 0$$

Pour déterminer la distance algébrique \overline{OA} on lit la distance OA en partant de O et en allant vers A .

Ce sens de lecture est opposé au sens positif choisi ainsi $\overline{OA} < 0$.

C'est équivalent en mathématique à la lecture sur l'axe des abscisses dans le repère d'origine 0 :

$$\overline{OA} = x_A < 0.$$

Pour déterminer la distance algébrique \overline{AB} on lit la distance AB en partant de O et en allant vers B .

Ce sens de lecture est identique au sens positif choisi ainsi $\overline{AB} > 0$.

C'est équivalent en mathématique à la lecture sur l'axe des abscisses dans le repère d'origine 0 :

$$\overline{AB} = y_B > 0.$$

Pour déterminer la distance algébrique $\overline{A'B'}$ on lit la distance $A'B'$ en partant de O et en allant vers B .

Ce sens de lecture est opposé au sens positif choisi ainsi $\overline{A'B'} < 0$.

C'est équivalent en mathématique à la lecture sur l'axe des abscisses dans le repère d'origine 0 :

$$\overline{A'B'} = y_{B'} < 0.$$

Exercice :

déterminer les signes des grandeurs algébriques dans le cas suivant : $\overline{OA'}$ \overline{OA} \overline{AB} $\overline{A'B'}$

