

OBTENTION D'IMAGES AVEC DES LENTILLES

ÉTABLISSEMENT DE LA RELATION DE CONJUGAISON

Objectifs :

- × Mettre en œuvre un montage simple à une lentille permettant d'obtenir une image réelle d'un objet et caractériser cette image (nature, sens, taille).
- × Rechercher et établir la relation mathématique entre la position de l'objet et la position de l'image par un traitement sur tableur de mesures de distances.

I. OBTENIR ET CARACTÉRISER UNE IMAGE

Dans cette partie, on travaille avec une lentille *CONVERGENTE*.



- × Placer à chaque extrémité du banc l'objet lumineux et l'écran.
- × Intercaler la lentille et trouver la (ou les) position(s) permettant d'obtenir une image nette sur l'écran.
- × Caractériser à chaque fois l'image obtenue en termes de taille, qualité, orientation, etc...
- × Décrire qualitativement comment est modifiée la distance lentille – écran et la taille de l'image lorsqu'on fait varier la distance lentille – objet.

II. RELATION ENTRE POSITION DE L'IMAGE ET LA POSITION DE L'OBJET - RELATION DE CONJUGAISON

L'objectif est d'établir une relation mathématique permettant de prévoir la position et la taille de l'image si on connaît la position de l'objet et les caractéristiques de la lentille.

1. Schématisation, points particuliers, conventions d'orientation

Schématisation d'une lentille mince et points particuliers

Une lentille est dite *MINCE* si son épaisseur est faible comparée aux rayons de courbure des faces sphériques. Dans ce cas, on la schématise comme indiqué ci-dessous.

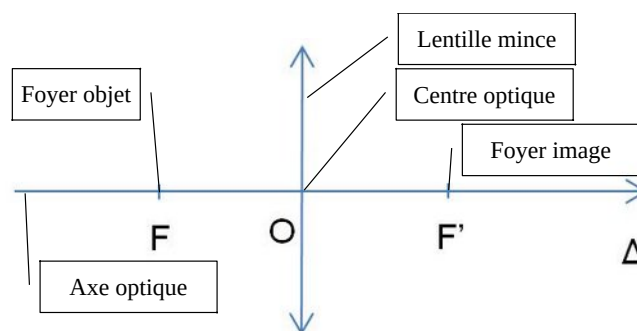


Illustration 1 : Schéma d'une lentille mince et éléments essentiels

Axe optique : c'est l'axe perpendiculaire à la lentille, passant par son centre.

Centre optique O : point d'intersection entre l'axe optique et la lentille.

Foyer image F' : point de l'axe optique correspondant à l'image d'un objet situé sur l'axe, à l'infini devant la lentille.

Foyer objet F : point de l'axe optique dont l'image se forme à l'infini sur l'axe optique, derrière la lentille.

La distance entre le centre optique et le foyer image est une caractéristique de la lentille et s'appelle LA **DISTANCE FOCALE (OU FOCALE)**. Elle est notée f' . $f' = \overline{OF'}$.

On peut aussi caractériser une lentille par sa vergence C , exprimée en dioptries (δ).

$$C = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Fondamental - Conventions d'orientation

Les distances sont mesurées par rapport **AU CENTRE OPTIQUE** O de la lentille, le long de l'axe optique de la lentille **QUI EST ORIENTÉ**.

Il est orienté **POSITIVEMENT DANS LE SENS DE PROPAGATION DE LA LUMIÈRE** (de gauche à droite sur la figure ci-contre). On a donc :

$$\begin{aligned} \times \quad \overline{OA} &< 0 \\ \times \quad \overline{OA'} &> 0 \end{aligned}$$

L'axe vertical est orienté positivement vers le haut. Ainsi :

$$\begin{aligned} \times \quad \overline{AB} &> 0 \\ \times \quad \overline{A'B'} &< 0 \end{aligned}$$

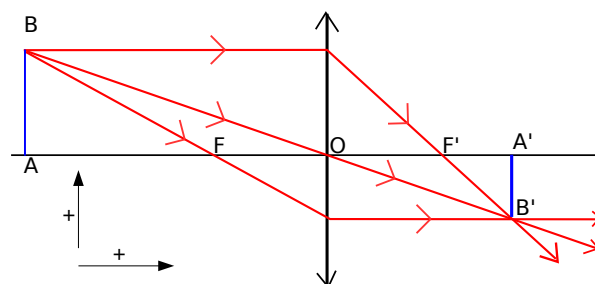


Illustration 2 : Trajet des rayons lumineux avec conventions d'orientation

2. Montage et prise de mesures

Vous disposez d'un banc optique avec les éléments nécessaires aux mesures des distances \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

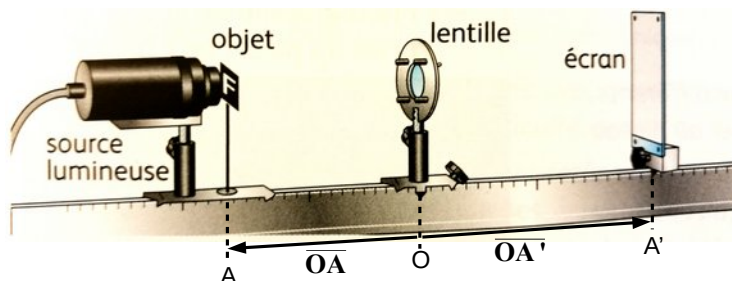


Illustration 3 : Banc optique gradué

Prise de mesures recherche de la relation mathématique

Rappel de l'objectif : trouver une relation mathématique la plus simple possible faisant intervenir les grandeurs \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

Demandez à l'enseignant la feuille de calcul vide Libreoffice *Lentilles Relations Conjugaison Vide.ods* ou téléchargez-la (**Menu Fichier** → **Télécharger sous** → **Classeur ODF**) à l'adresse :

<https://colibris.link/conjugaisonlentilles>

Vous pourrez y noter vos mesures de \overline{OA} , $\overline{OA'}$, \overline{AB} , $\overline{A'B'}$ et effectuer tous les calculs et représentations graphiques nécessaires.

Méthode générale

D'une manière générale, lorsqu'on cherche à établir une relation entre deux grandeurs mesurables on effectue une série de mesures afin de construire une représentation graphique.

Dans un second temps, on cherche à modéliser la relation entre les deux grandeurs par une fonction mathématique.

Prise de mesures, exploitation et conclusion

- Pour plusieurs distances lentille-objet cherchez la position de l'image nette en déplaçant l'écran sur le banc et consignez la position de l'objet \overline{OA} dans la feuille de calcul ainsi que la distance lentille-image $\overline{OA'}$ **en tenant compte du signe**.
Mesurer à chaque fois la taille de l'image sur l'écran $\overline{A'B'}$ et consigner la valeur dans la feuille de calcul.
- Construisez la représentation graphique $\overline{OA'} = f(\overline{OA})$ et commentez son allure. Correspond-elle à une fonction mathématique qui vous semble simple ?

3. En vous aidant de ce qui est proposé dans la feuille de calcul, effectuez toutes les mesures et tous les calculs supplémentaires que vous jugez nécessaires pour obtenir une relation la plus simple possible entre les grandeurs considérées. **Donnez l'équation de la modélisation obtenue.**

Utilisez la feuille de calcul fournie pour évaluer le grandissement γ défini par $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

Par des considérations géométriques, ou en effectuant des calculs supplémentaires sur le tableur, trouvez l'expression du grandissement γ en fonction de \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

III. EXPLOITATION DE LA RELATION DE CONJUGAISON ET DU GRANDISSEMENT

Il s'agit maintenant d'exploiter la relation de conjugaison établie précédemment pour prévoir par le calcul la position, la taille et l'orientation de l'image d'un objet à travers une lentille.

Ex 1 : Calculer une distance focale

Un objet est situé à 1 m devant une lentille. Son image réelle se forme sur un écran placé à 5 cm de la même lentille.

Déterminer par le calcul la valeur de **la distance focale f'** de cette lentille et en déduire **la vergence C** .

Ex 2 : Taille d'une image dans un appareil photographique

L'objectif d'un appareil photographique est assimilée à une lentille convergente de distance focale **$f' = 28 \text{ mm}$** . Il donne d'un objet vertical AB mesurant 1,0 cm situé 70 cm avant la lentille une image $A'B'$.

ON CHERCHE À DÉTERMINER LA POSITION ET LA TAILLE DE L'IMAGE $A'B'$.

1. Exprimer avec les données numériques de l'énoncé les grandeurs intervenant dans la relation de conjugaison et dans la relation de grandissement.
2. Calculer la distance $\overline{OA'}$ à l'aide de la relation de conjugaison.
3. Calculer le grandissement γ à l'aide des valeurs numériques disponibles.
4. Exprimer la taille de l'image $\overline{A'B'}$ en fonction de γ et de la taille de l'objet.
5. Calculer numériquement la valeur de $\overline{A'B'}$. Interpréter ce résultat : l'image est-elle droite ou renversée, plus grande ou plus petite que l'objet, réelle ou virtuelle, etc...