

Chapitre 1

Lentilles convergentes

RÉVISION ET RÉSUMÉ

Constructions Vous devez être capable de faire les quatre types de construction d'une image $A'B'$ donnée par une lentille convergente, pour quatre position d'objet AB différentes.

Mesures algébriques Vous devez tenir compte des signes des mesures ou des calculs réalisés, en employant systématiquement des mesures algébriques.

Vergence Notée C , en dioptries (δ) : $C = \frac{1}{f} = \frac{1}{OF'}$

Conjugaison La relation de conjugaison des lentilles

$$\text{est } \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

Grandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Stigmatisme Le stigmatisme correspond à l'obtention d'une image nette d'un objet. Les lentilles, utilisées avec des rayons *paraxiaux* (= proches de l'axe + peu inclinés par rapport à l'axe, ce sont les *conditions de Gauss*), sont *stigmatiques*.

EXERCICES

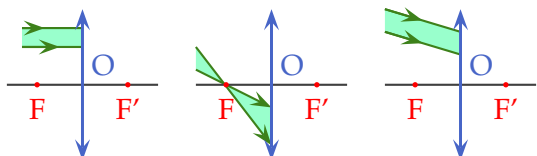
1.1 N°1 p. 30 : Positions de l'image

1.2 Appliquer les formules de conjugaison

- Où doit-on placer un écran pour observer une image nette d'un objet situé à 80 cm d'une lentille de distance focale 12,5 cm ?
- Un objet est à 50 cm d'une lentille et forme une image nette sur un écran placé à 25 cm après la lentille. Calculez la vergence de cette lentille et en déduire la distance focale.
- À quelle distance de la lentille est placé un objet de 20 cm de hauteur, formant une image sur un écran à 3 mètres de la lentille, sachant que l'image obtenue a une taille de 2,5 mètres ? Quelle est alors la distance focale et la vergence de la lentille ?

1.3 Constructions

Reproduire et compléter les schémas en traçant les faisceaux émergents.



1.4 N°3 p. 30 : Utilisation des formules de conjugaison et de grandissement

1.5 Appareil photographique

L'objectif d'un appareil photographique est modélisé par une lentille de distance focale $f' = +10$ cm. L'appareil est placé à une distance de 2,5 m d'un élève, se trouve alors être perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif. La pellicule est elle-même placée perpendiculairement à l'axe optique, dans le plan de formation de l'image de l'élève.

- Dresser un schéma optique de la situation, en notant O le centre de la lentille, AB l'objet constitué

par l'élève et $A'B'$ son image sur la pellicule.

- Calculer est la distance entre la pellicule et l'objectif.
- Comment appelle-t-on l'opération qui consiste à faire varier la distance entre l'objectif et la pellicule de façon à recueillir une image nette sur la pellicule ? Faut-il augmenter ou diminuer cette distance, lorsque l'élève s'éloigne de l'appareil photographique ?
- La taille de l'élève est de 1,65 m ; quelle est la dimension de son image sur la pellicule ? Une pellicule de dimension 24 mm \times 36 mm peut-elle convenir pour cet appareil photographique ?

1.6 La loupe

À l'aide d'une lentille convergente de vergence

$$C = +20 \delta$$

on observe un objet de 1 cm de hauteur et situé à 3 cm de la lentille.

- Par application de la formule de conjugaison, déterminer la position de l'image.
- Retrouver ce résultat à l'aide d'une construction graphique à l'échelle 1. Comparer l'image obtenue à l'objet observé (grandeur et sens).
- Dans ces conditions, la lentille constitue une loupe. Pourquoi ?

1.7 Méthode de Silbermann

Une lentille mince convergente donne d'un objet AB une image renversée de même taille que l'objet.

- Quelle est la valeur du grandissement ?
- Montrer que, dans ce cas, la distance entre l'objet et l'image est telle que $AA' = 4f'$.
- Réaliser un schéma pour illustrer ce cas.
- Proposer un protocole utilisant cette situation pour mesurer la distance focale d'une lentille.

Corrigé 1

Lentilles convergentes

EXERCICES

1.1 N°1 p. 30 : Positions de l'image

1.2 Appliquer les formules de conjugaison

- a. $\overline{OA} = -80$ cm et $\overline{OF'} = 12,5$ cm. On cherche la position de l'écran, donc $\overline{OA'}$. Appliquons la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

$$\Leftrightarrow \overline{OA'} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OF'}}}$$

$$\Rightarrow \overline{OA'} = \frac{1}{\frac{1}{-80} + \frac{1}{12,5}} = 14,8 \text{ cm}$$

L'écran doit être placé 14,8 cm après la lentille.

- b. $\overline{OA} = -50$ cm et $\overline{OA'} = 25$ cm. Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}} - \frac{1}{-50 \cdot 10^{-2}} = 6 \delta$$

La distance focale est l'inverse de la vergence :

$$\overline{OF'} = \frac{1}{C} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ m} = 16,7 \text{ cm}$$

- c. $\overline{AB} = 0,20$ m, $\overline{A'B'} = -2,5$ m (l'image réelle donnée par une lentille convergente est renversée, d'où le signe négatif) et $\overline{OA'} = 3$ m. Définition du grandissement γ :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

On en déduit la distance algébrique objet-lentille demandée :

$$\Leftrightarrow \overline{OA} = \overline{OA'} \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}}$$

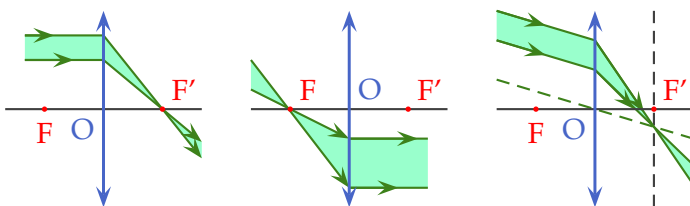
$$\Rightarrow \overline{OA} = 3 \times \frac{0,20}{-2,5} = -0,24 \text{ m} = -24 \text{ cm}$$

Pour trouver la vergence et la distance focale de la lentille, on utilise la relation de conjugaison comme ci-dessus :

$$C = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{3} - \frac{1}{-0,24}$$

$$C = 4,5 \delta \quad \text{et} \quad \overline{OF'} = \frac{1}{C} = 22 \text{ cm}$$

1.3 Constructions



1.4 N°3 p. 30 : Utilisation des formules de conjugaison et de grandissement

1.5 Appareil photographique

1.6 La loupe

- a. $\overline{OA} = -3$ cm, objet réel. On applique la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C$$

$$\Leftrightarrow \overline{OA'} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{OA}} + C} = \frac{1}{\frac{1}{-3 \cdot 10^{-2}} + 20}$$

$$\Rightarrow \overline{OA'} = -7,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = -7,5 \text{ cm}$$

$\overline{OA'} < 0$, image virtuelle.

- b. La lentille, de vergence $C = +20 \delta$, a une distance focale de :

$$f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

La figure demandée est reproduite à l'échelle page suivante. L'image $A'B'$ obtenue est virtuelle, plus grande, droite. Calcul de la taille de l'image :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

$$\Leftrightarrow \overline{A'B'} = \overline{AB} \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

$$\Rightarrow \overline{A'B'} = 1 \times \frac{7,5}{3} = 2,5 \text{ cm}$$

c. L'image obtenue étant plus grande, on la voit mieux en plaçant l'œil derrière la lentille (l'œil effectue la mise au point sur A'B', qui sert d'objet virtuel).

1.7 Méthode de Silbermann

a. L'image est de même taille mais renversée, donc le grandissement vaut $\gamma = -1$.

b. Par définition du grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -1 \Rightarrow \overline{OA'} = -\overline{OA}$$

Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

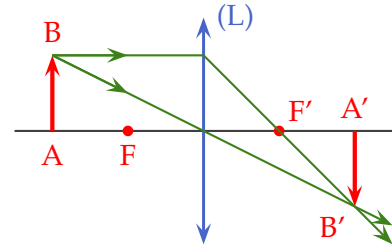
On remplace $\overline{OA'}$ par $-\overline{OA}$ dans cette relation :

$$-\frac{2}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA} = -2f' \text{ et } \overline{OA'} = 2f'$$

Relation de Chales :

$$D = \overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'} = 4f'$$

c.



d. Disposer l'écran à grande distance de l'objet, puis réduire cette distance jusqu'à obtenir une seule position médiane pour le réglage de la position de la lentille permettant d'obtenir une image nette. Mesurer alors la distance D et diviser par quatre pour obtenir f'.

★★

Figure pour le 1.6.b

