LENTILLES CONVERGENTES ET FORMATION D'IMAGES

Travaux Pratiques — Optique géométrique

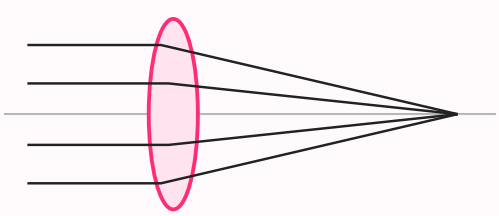
Mise en situation. Un opticien répare les lunettes d'un client presbyte. En rangeant son atelier, il a fait tomber trois verres correcteurs et a perdu l'étiquette indiquant lequel appartient à son client. Il se souvient seulement d'une information : le verre recherché est une lentille convergente de vergence **C = 5 δ**.

Votre mission est d'aider à identifier, parmi les trois verres disponibles au laboratoire, celui qui correspond à cette vergence. Vous disposez pour cela des documents ci-dessous et devrez répondre aux questions **Q1 à Q6**, en réalisant notamment une construction géométrique et une mesure expérimentale.

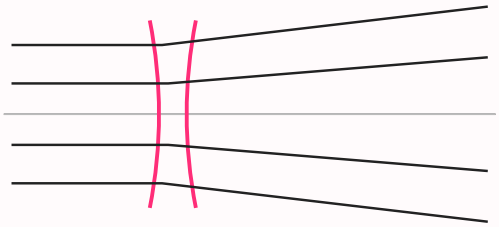
Document 1 — Lentilles convergentes et divergentes

Une lentille est un milieu transparent dont au moins une face n'est pas plane. On distingue deux familles : les lentilles **convergentes** (bords minces, centre bombé) et les lentilles **divergentes** (bords épais, centre mince).

Une lentille convergente fait converger en un point tout faisceau de rayons parallèles à l'axe optique ; une lentille divergente les fait diverger.



Lentille convergente



Lentille divergente

Document 2 — Construction de l'image d'un objet

Une lentille convergente est symbolisée par une double flèche verticale, centrée sur l'axe optique en un point **O** appelé centre optique. Les foyers objet **F** et image **F'** sont placés symétriquement de part et d'autre de O, avec $\overline{OF} = -\overline{OF'}$.

Pour construire l'image A'B' d'un objet AB perpendiculaire à l'axe optique, on trace deux des trois rayons issus de B :

- le rayon parallèle à l'axe optique, qui émerge en passant par F' ;
- le rayon passant par le centre O, qui n'est pas dévié ;
- le rayon passant par F, qui émerge parallèle à l'axe optique.

Leur point de concours donne B', d'où l'on projette A' sur l'axe optique.

Document 3 — Mesures algébriques

Une mesure algébrique, notée avec une barre (par exemple $\overline{OA}$), se définit sur l'axe optique **orienté dans le sens de propagation de la lumière** : elle est comptée **positivement** si le segment est orienté dans le sens de propagation, **négativement** sinon. On a ainsi $\overline{OA} = -\overline{AO}$. Une distance géométrique (sans barre, par exemple OA) est toujours positive.

Par convention, $\overline{OF}$ est négative et $\overline{OF'}$ est positive. Pour un objet réel situé avant la lentille, $\overline{OA} < 0$.

Document 4 — Distance focale, vergence et relation de conjugaison

La distance focale f' d'une lentille, exprimée en mètre, est la mesure algébrique entre le centre optique et le foyer image :

$$f' = \overline{OF'} = -\overline{OF}$$

La vergence C d'une lentille, exprimée en dioptries (δ, soit m^{-1}), est reliée à la distance focale par :

$$C = \frac{1}{f'}$$

La relation de conjugaison permet de relier les positions de l'objet et de l'image à la distance focale :

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

Document 5 — Caractéristiques d'une image

Une image se caractérise par sa **position** (mesure algébrique $\overline{OA'}$ par rapport au centre optique), sa **taille** par rapport à l'objet, son **sens** (droite ou renversée) et sa **nature** : elle est dite **réelle** si elle se forme après la lentille ($\overline{OA'} > 0$, elle peut être recueillie sur un écran), ou **virtuelle** si elle se forme avant la lentille ($\overline{OA'} < 0$).

Document 6 — Grandissement

Le grandissement γ (sans unité) d'une lentille compare la taille algébrique de l'image à celle de l'objet :

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

Si $|\gamma| > 1$, l'image est plus grande que l'objet ; si $|\gamma| < 1$, elle est plus petite. Si $\gamma < 0$, l'image est renversée ; si $\gamma > 0$, elle est droite.

Questions

Q1 À l'aide du document 1, expliquer comment reconnaître au toucher une lentille convergente d'une lentille divergente, sans disposer d'un banc optique.

Q2 Parmi les trois verres disponibles au laboratoire, l'opticien a déjà écarté l'un d'eux sans faire d'expérience. Identifier lequel et justifier.

Q3 À l'aide du matériel disponible et des documents précédents, proposer une méthode permettant de déterminer expérimentalement la vergence des deux lentilles convergentes restantes, puis la mettre en œuvre en détaillant le raisonnement.

Q4 Pour chacune des deux lentilles convergentes restantes, réaliser un schéma optique complet en faisant figurer les rayons lumineux caractéristiques pour un objet AB placé en $\overline{OA}$, sachant que : si la distance focale f' est de 20 cm, $\overline{OA}$ = **−40 cm** ; et si la distance focale f' est de 33 cm, $\overline{OA}$ = **−66 cm**.

- lentille de focale f' = 33 cm : échelle 1/10 ;
- lentille de focale f' = 20 cm : échelle 1/4.

Q5 On souhaite étudier comment varient les caractéristiques de l'image A'B' (position, taille, sens, nature) en fonction de la position de l'objet $\overline{OA}$, pour la lentille du client (f' = 20 cm). Compléter le tableau suivant à l'aide de la relation de conjugaison et de la formule du grandissement (utiliser des mesures algébriques).

Position de l'objet	$\overline{OA'}$	Grandissement γ	Caractéristiques de l'image
$\overline{OA} < -40$ cm			
$\overline{OA} = -40$ cm			
-40 cm $< \overline{OA} < -20$ cm			
$\overline{OA} = -20$ cm			
-20 cm $< \overline{OA} < 0$			

Q6 En confrontant vos résultats des questions Q3 à Q5, conclure : quel est le verre correspondant à la lentille du client, et pourquoi les deux autres verres ne conviennent-ils pas ?