

Correction du TD d'entraînement

I Œil réduit et accommodation

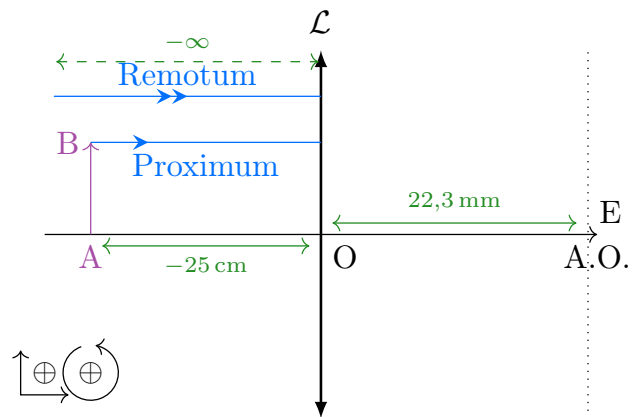
Le cristallin de l'œil est assimilable à une lentille mince de distance focale variable (accommodation). L'image, pour être nette, doit se former sur la rétine qui est située à 22,3 mm du cristallin. Lorsque l'œil n'accommode pas (cristallin au repos), il voit nettement un objet situé à l'infini. Lorsqu'il accommode au maximum, il voit nettement un objet jusqu'à 25 cm (valeur moyenne).

- 1) Quelles sont la vergence et la distance focale du cristallin lorsque l'œil voit nettement un objet placé à 25 cm ? À l'infini ?

Réponse

Données

- 1) Rétine = écran, cristallin = lentille ;
- 2) Au repos, A à l'infini ;
- 3) Au *proximum*, A à 25 cm ($\overline{OA} = -25$ cm).



Résultats attendus

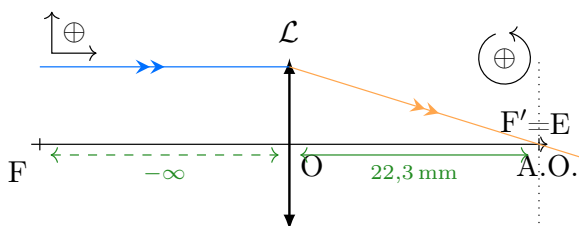
- 1) $\overline{OF'}_{\text{repos}}$?
- 2) $\overline{OF'}_{\text{accommodation}}$?

Outils du cours

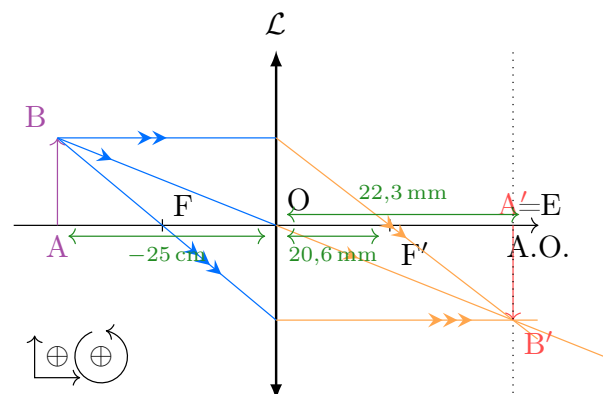
Relation de conjugaison pour une lentille mince, avec $\overline{OA'} = \overline{OE} = 22,3$ mm (le principe d'un écran c'est que l'image se forme dessus!!) et $\frac{1}{\overline{OA}} = 0$ quand $\overline{OA} = -\infty$

Résultats

$$\overline{OF'}_{\text{repos}} = 22,3 \text{ mm}$$



$$\overline{OF'}_{\text{accommodation}} = 20,6 \text{ mm}$$



- 2) On observe nettement un objet de 10 cm de haut placé à 1,0 m. Quelle est la vergence du cristallin ?

Réponse



Données

- 1) $AB = 10 \text{ cm}$
- 2) $\overline{OA} = -1,0 \text{ m}$

Outil

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



Application

$$V = \frac{\overline{OA} - \overline{OA'}}{\overline{OA'}\overline{OA}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \overline{OA} = -1,0 \text{ m} \\ \overline{OA'} = 22,3 \times 10^{-3} \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{A.N. : } V = 46 \delta$$



- 3) Dans ces conditions d'observation, quels sont le sens et la taille de l'image formée sur la rétine ?

Réponse



Résultat attendu

$$\overline{A'B'} = ?$$

Outil

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



Application

$$\overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \overline{AB} = 10 \text{ cm} \\ \overline{OA'} = 2,23 \times 10^{-3} \text{ m} \\ \overline{OA} = -1,0 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{A.N. : } \overline{A'B'} = -0,22 \text{ cm}$$

L'image est donc renversée et rétrécie, elle fait 2,2 mm. C'est logique en considérant la taille de la rétine de l'œil.



II Coin de miroir

- 1) Un rayon lumineux pénètre dans un système optique composé de deux miroirs plans faisant un angle α entre eux. Il rentre parallèlement à un miroir et ressort du système en revenant sur lui-même par le même chemin optique après trois réflexions. Quelle est la valeur de α ?

Réponse

On compte 3 réflexions, et il doit revenir sur lui-même : le rayon incident et le rayon émergent doivent faire le même angle avec la normale à BC. L'angle i_2 est également identique de I à J et de J à I . Cela n'est vérifié que si la lumière est en incidence normale sur AB.

Or, $i_1 = \frac{\pi}{2} - \alpha$, donc $i_2 = -i_1 = \alpha - \frac{\pi}{2}$. Pour avoir i_2 dirigé verticalement, il faut $-i_1 + i_2 = -\frac{\pi}{2}$, autrement dit $2i_1 = \frac{\pi}{2} \Leftrightarrow i_1 = \frac{\pi}{4}$. Finalement, on trouve

$$\alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

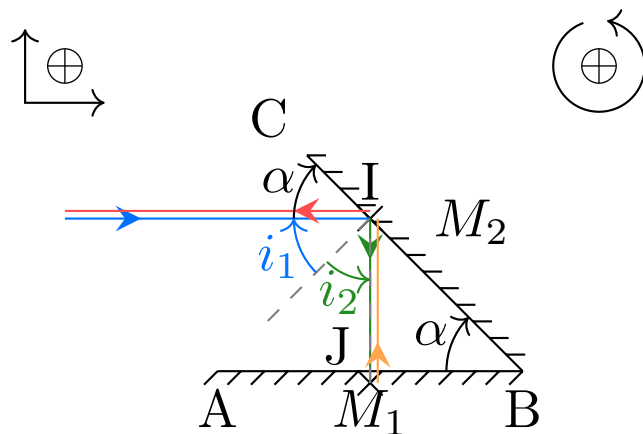
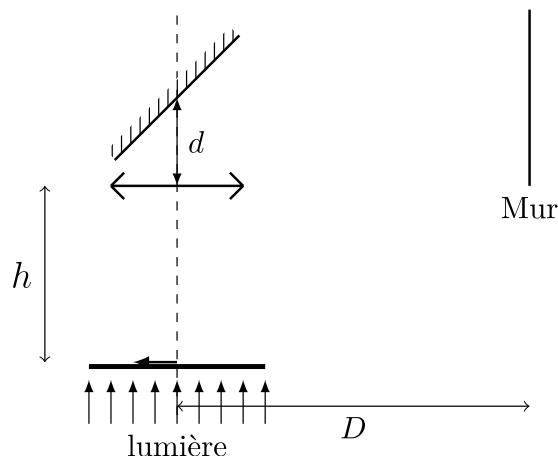


FIGURE 3.1 – Schéma du système

★ III Étude d'un rétroprojecteur

Un rétroprojecteur est un ensemble lentille-miroir, avec un miroir plan incliné à 45° par rapport à la lentille. L'ensemble lentille-miroir est réglable en hauteur (h). On étudie un rétroprojecteur dont la lentille a une vergence de $2,0 \delta$, avec une distance lentille-miroir $d = 10 \text{ cm}$.

On désire projeter un objet transparent AB sur un écran placé à $D = 3,0 \text{ m}$ de l'axe optique de la lentille.



- 1) Déterminer la distance h permettant d'obtenir une image nette sur l'écran.

Réponse

On a $\overline{AB} \xrightarrow[\text{O}]{\mathcal{L}} \overline{A_1B_1} \xrightarrow[\text{H}]{\mathcal{M}} \overline{A'B'}$, avec H le point d'intersection entre le miroir plan et l'axe optique de la lentille. L'image finale A' donnée par le miroir plan est telle que

$$\overline{HA'} = \overline{HA_1} = D$$

On a donc pour la lentille

$$\begin{aligned} \overline{OA_1} &= \overline{OH} + \overline{HA_1} \\ \Leftrightarrow \overline{OA_1} &= d + D \end{aligned}$$

On utilise la relation de conjugaison des lentilles minces en nommant V la vergence de la lentille :

$$V = \frac{1}{d + D} - \frac{1}{-h} \Leftrightarrow h = \frac{d + D}{V(d + D) - 1} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} d = 10 \times 10^{-2} \text{ m} \\ D = 3,0 \text{ m} \\ V = 2,0 \text{ m}^{-1} \end{cases}$$

Et l'application numérique donne

$$h = 60 \text{ cm}$$

2) Calculer le grandissement.

Réponse

Le miroir plan a un grandissement de 1, donc le grandissement du système est celui de la lentille :

on a $\gamma = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA_1}}{\overline{OA}}$, soit

$$\gamma = \frac{d + D}{-h}$$

$$\text{A.N. : } \underline{\gamma = -5,2}$$

