

DL n°9 : ENAC 2005, q. 14-18

■ Lentilles minces et élargisseur de faisceau

Donner la bonne réponse pour chaque question **en explicitant votre raisonnement** :

1) On dispose un objet $\overline{A_0B_0}$ orthogonalement à l'axe optique d'une lentille *divergente* de distance focale image $f'_1 = -20 \text{ cm}$. Quelle doit être la valeur $\overline{O_1A_0}$ de la position de l'objet par rapport au centre optique O_1 de (\mathcal{L}_1) pour que le grandissement transversal G_t soit égal à $\frac{1}{2}$?

- A) $\overline{O_1A_0} = -20 \text{ cm}$ B) $\overline{O_1A_0} = 10 \text{ cm}$ C) $\overline{O_1A_0} = -10 \text{ cm}$ D) $\overline{O_1A_0} = -40 \text{ cm}$

2) Quelle est alors la position $\overline{O_1A_i}$ de l'image $\overline{A_iB_i}$ par rapport à O_1 ?

- A) $\overline{O_1A_i} = -20 \text{ cm}$ B) $\overline{O_1A_i} = -10 \text{ cm}$ C) $\overline{O_1A_i} = 15 \text{ cm}$ D) $\overline{O_1A_i} = 40 \text{ cm}$

Complément : On fera un schéma, à l'échelle, qui fera apparaître A_0B_0 , A_iB_i , (\mathcal{L}_1) et ses points particuliers, et le trajet de deux rayons « utiles » : le rayon incident horizontal à l'axe optique et le rayon passant par O_1 – On prendra soin de tracer **en trait plein** le trajet réellement emprunté par la lumière et **en pointillées** les traits de constructions.

3) On place après (\mathcal{L}_1) un viseur constitué d'une lentille *convergente* (\mathcal{L}_2) , de même axe optique que (\mathcal{L}_1) , de distance focale image $f'_2 = 40 \text{ cm}$ et d'un écran (E) disposé orthogonalement à l'axe optique à une distance $\overline{O_2E} = 80 \text{ cm}$ du centre optique O_2 de (\mathcal{L}_2) .

Calculer la distance $\overline{O_1O_2}$ entre les centres optiques des lentilles (\mathcal{L}_1) et (\mathcal{L}_2) pour que l'on observe sur l'écran une image nette de l'objet ?

- A) $\overline{O_1O_2} = 50 \text{ cm}$ B) $\overline{O_1O_2} = 10 \text{ cm}$ C) $\overline{O_1O_2} = 70 \text{ cm}$ D) $\overline{O_1O_2} = 5 \text{ cm}$

Complément : On fera un schéma, à l'échelle, qui fera apparaître A_iB_i , A_2B_2 (image de A_iB_i par (\mathcal{L}_2)), (\mathcal{L}_1) , (\mathcal{L}_2) et leurs points particuliers, et le trajet de deux rayons « utiles » qui permettent de construire B_2 à partir de B_i : le rayon incident horizontal à l'axe optique et le rayon passant par O_2 – On prendra soin de tracer **en trait plein** le trajet réellement emprunté par la lumière et **en pointillées** les traits de constructions.

4) On désire utiliser le système optique constitué par l'association de la lentille (\mathcal{L}_1) suivie de la lentille (\mathcal{L}_2) , pour transformer un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre d à l'entrée du système, en un faisceau cylindrique de rayons parallèles à l'axe optique et de diamètre D à la sortie du système. Calculer la distance $\overline{O_1O_2}$ qui permet de réaliser un tel système.

- A) $\overline{O_1O_2} = 30 \text{ cm}$ B) $\overline{O_1O_2} = 10 \text{ cm}$ C) $\overline{O_1O_2} = 40 \text{ cm}$ D) $\overline{O_1O_2} = 20 \text{ cm}$

5) Calculer alors le rapport $\frac{D}{d}$ des diamètres

- A) $\frac{D}{d} = 1$ B) $\frac{D}{d} = 2$ C) $\frac{D}{d} = 3$ D) $\frac{D}{d} = 4$

Complément : On fera un schéma, à l'échelle, de cet élargisseur de faisceau en traçant à travers ce système le trajet d'un faisceau de lumière incident parallèle à l'axe optique et de largeur d .

Solution DL n°9 : Lentilles minces et élargisseur de faisceau

1) On a : $A_0B_0 \xrightarrow{(\mathcal{L}_1)} A_iB_i$.

• La relation de conjugaison impose :

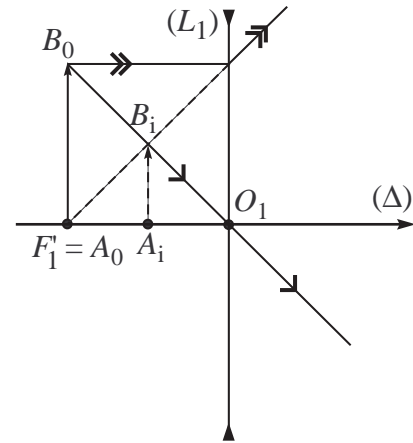
$$\frac{1}{\overline{O_1A_i}} - \frac{1}{\overline{O_1A_0}} = \frac{1}{f'_1} \quad \textcircled{1}$$

• Par ailleurs,

$$G_t = \frac{\overline{A_iB_i}}{\overline{A_0B_0}} = \frac{\overline{O_1A_i}}{\overline{O_1A_0}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \overline{O_1A_i} = \frac{\overline{O_1A_0}}{2} \quad \textcircled{2},$$

• On en déduit, grâce à ① :

$$\boxed{\overline{O_1A_0} = f'_1 = -20 \text{ cm}} \quad \text{Rép. A)}$$



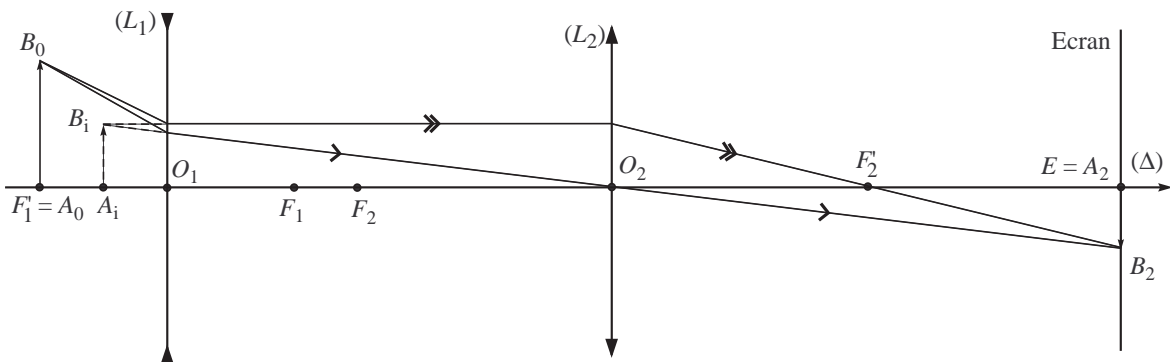
2) ① \rightarrow $\boxed{\overline{O_1A_i} = \frac{f'_1}{2} = -10 \text{ cm}}$ ③ - **Rép. B).**

3) On a : $A_iB_i \xrightarrow{(\mathcal{L}_2)} A_2B_2$, avec $A_2 = E$.

$$\text{La relation de conjugaison impose : } \frac{1}{\overline{O_2E}} - \frac{1}{\overline{O_2A_i}} = \frac{1}{f'_2} \Leftrightarrow \overline{O_2A_i} = \frac{f'_2 \overline{O_2E}}{f'_2 - \overline{O_2E}} = -80 \text{ cm}$$

$$\text{Comme } \overline{O_1A_i} = -10 \text{ cm, on obtient : } \boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_i} + \overline{A_iO_2} = 70 \text{ cm}} \quad \text{Rép. C)}$$

Le schéma du système est donc :



4) Un faisceau de lumière parallèle à l'axe optique est un faisceau qui

(a) soit provient d'un point à l'infini sur l'axe optique,

(b) soit se dirige vers un point à l'infini sur l'axe optique.

On doit donc avoir un système optique qui conjugue un point objet à l'infini sur l'axe optique (A_∞) avec un point image à l'infini sur l'axe optique (A'_∞).

$$A_\infty \xrightarrow{(\mathcal{L}_1)} F'_1 = F_2 \xrightarrow{(\mathcal{L}_2)} A'_\infty$$

$$\text{Dès lors : } \boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} = f'_1 + f'_2 = 20 \text{ cm}} \quad \text{Rép. D).}$$

5) L'application du théorème de THALÈS :

$$\frac{\overline{F_2O_2}}{\overline{F'_1O_1}} = \frac{\overline{O_2J}}{\overline{O_1I}} = \frac{\frac{D}{2}}{\frac{d}{2}} \text{ donne :}$$

$$\boxed{\frac{D}{d} = \frac{f'_2}{-f'_1} = 2} \quad \text{Rép. B)}$$

