QCM2 • Lentilles 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 $f_1' = -20\ cm$. 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 $\dfrac{1}{2}$?

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

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

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

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 $f_2' = 40\ cm$ et d'un écran (E) disposé orthogonalement à l'axe optique à une distance $\overline{O_2E} = 80\ cm$ 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) $\overline{O_1O_2} = 50\ cm$ (B) $\overline{O_1O_2} = 10\ cm$ (C) $\overline{O_1O_2} = 70\ cm$ (D) $\overline{O_1O_2} = 5\ cm$

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

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

(A) $\dfrac{D}{d} = 1$ (B) $\dfrac{D}{d} = 2$ (C) $\dfrac{D}{d} = 3$ (D) $\dfrac{D}{d} = 4$

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

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

• La relation de conjugaison impose :

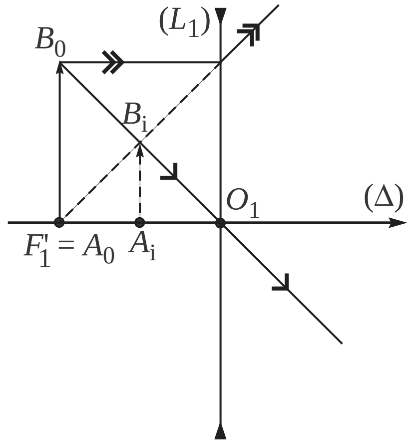
$$\frac{1}{\overline{O_1A_i}} - \frac{1}{\overline{O_1A_0}} = \frac{1}{f_1'} \quad ①$$

• Par ailleurs,

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

• On en déduit, grâce à ① :

$$\boxed{\overline{O_1A_0} = f_1' = -20\ cm}$$ **Rép. A)**



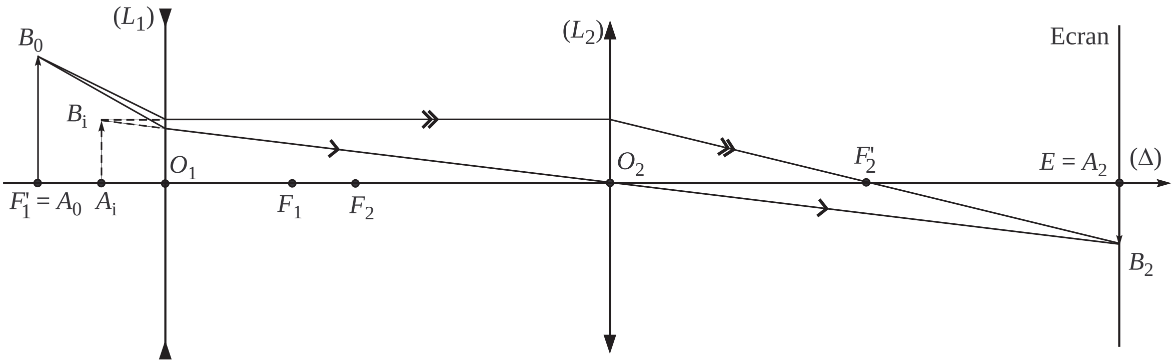
2) ① $\longrightarrow$ $\boxed{\overline{O_1A_i} = \frac{f'1}{2} = -10\ cm}$ ③ – **Rép. B)**.

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

La relation de conjugaison impose : $\frac{1}{\overline{O_2E}} - \frac{1}{\overline{O_2A_i}} = \frac{1}{f_2'} \Leftrightarrow \overline{O_2A_i} = \frac{f_2'\,\overline{O_2E}}{f_2' - \overline{O_2E}} = -80\ cm$

Comme $\overline{O_1A_i} = -10\ cm$, on obtient : $\boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A_i} + \overline{A_iO_2} = 70\ cm}$ **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'_∞).

$$A_\infty \xrightarrow{(\mathcal{L}_1)} F_1' = F_2 \xrightarrow{(\mathcal{L}_2)} A'_\infty$$

Dès lors : $\boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_2O_2} = f_1' + f_2' = 20\ cm}$ **Rép. D)**.

5) L'application du théorème de THALÈS :

$$\frac{\overline{F_2O_2}}{\overline{F_1'O_1}} = \frac{\overline{O_2J}}{\overline{O_1I}} = \frac{\frac{D}{2}}{\frac{d}{2}} \text{ donne :}$$

$$\boxed{\frac{D}{d} = \frac{f_2'}{-f_1'} = 2}$$ **Rép. B)**