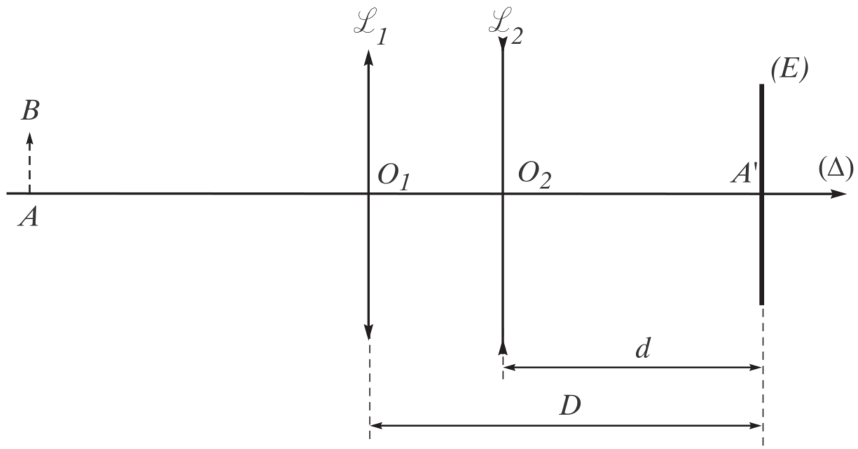
Latitude de mise au point

Sur le schéma, la distance D est fixe. Le réglage du système est réalisé en jouant sur la distance d. On donne : $f_1' = 4,0$ cm et $f_2' = -6,0$ cm. On note :

$$AB \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A_1B_1 \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A'B'$$



Question préliminaire

1) À l'aide d'un schéma, montrer que l'image à travers une lentille divergente d'un objet situé entre les points O et F est réelle. On admettra qu'il s'agit de la seule plage de position pour l'objet donnant une image réelle. L'image se trouve-t-elle avant ou après l'objet ?

Mise au point à l'infini

Le système est réglé de façon à ce que les objets à l'infini donnent une image nette sur l'écran.

2) Déterminer le signe de $D - f_1'$.

3) Donner l'expression de d (correspondant à ce réglage), notée d_∞, en fonction de D, f_1' et f_2'. Faire l'application numérique pour $D = 5,0$ cm.

4) Faire un schéma du système et construire l'image d'un objet AB à l'infini vu sous l'angle α.

5) Établir l'expression de $\overline{A'B'}$ en fonction de α, d_∞, D et f_1'.

Latitude de mise au point

6) On souhaite réaliser un système tel que d_∞ corresponde à la valeur D. Déterminer D. Indication : deux lentilles minces se comportent, si elles sont accolées, comme une lentille unique de vergence égale à la somme des deux vergences.

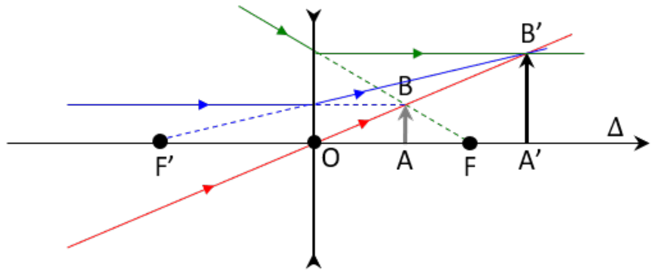
7) Dans le cas précédent, indiquer la profondeur de mise au point du système, c'est-à-dire le domaine des positions de l'objet AB susceptibles de donner une image nette sur l'écran lorsqu'on donne à d une valeur adaptée.

Correction

Une question ? Un soucis de QRCode ? nicolasperrissin@gmail.com

Correction

1)



L'image se trouve-t-elle après l'objet (et est agrandie).

2) On a :

$$A\,(-\infty) \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A_1 = F_1' \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A' \text{ (sur l'écran)}$$

L'image $A'B'$ doit être réelle puisqu'elle est recueillie sur une écran. Il faut donc (d'après la question précédente) que F_1' soit compris entre O_2 et F_2. De plus (toujours d'après la question précédente) A' se situe nécessairement après F_1'. Les points O_1, O_2, F_1' et A' sont donc dans cet ordre sur l'axe. Ainsi,

$$\overline{O_1A_1} = f_1' \leq D \quad \Rightarrow \quad \boxed{D - f_1' \geq 0}$$

3) Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2F_1'}} = \frac{1}{f_2'} \quad \text{avec :} \quad \begin{cases} \overline{O_2A'} = d_\infty \\ \overline{O_2F_1'} = d_\infty - D + f_1' \end{cases}$$

Après simplification, on obtient :

$$d_\infty^2 + (f_1' - D)\, d_\infty - f_2'\,(f_1' - D) = 0$$

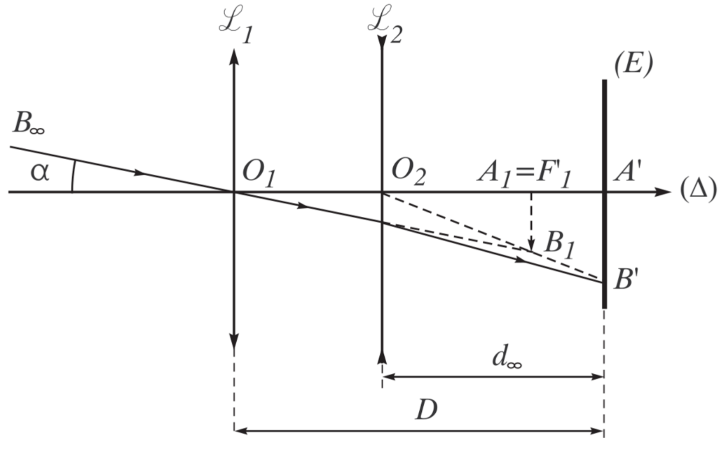
Le discriminant de cette équation du second degré est :

$$\Delta = (f_1' - D)^2 + 4\,(f_1' - D) = (D - f_1')^2\,(D - f_1' - 4f_2')$$

On a $\Delta > 0$ car $D - f_1' \geq 0$ et $f_2' < 0$. Il y a donc deux solutions dont une seule est positive, la seule acceptable :

$$\boxed{d_\infty = \frac{1}{2}\left(D - f_1' + \sqrt{\Delta}\right) = 3,0 \text{ cm}}$$

4) Le rayon n'est pas dévié par $\mathcal{L}_1$ car il passe par O_1. Il s'agit d'un rayon quelconque pour $\mathcal{L}_2$: on trace le rayon parallèle passant par O_2 et les deux rayons se croisent dans le plan focal image de $\mathcal{L}_2$.



5) Pour chaque lentille on a :

$$\tan(\alpha) = \alpha = -\frac{\overline{A_1B_1}}{f_1'} \quad \text{et} \quad \gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2F_1'}}$$

En combinant ces expressions :

$$\boxed{\overline{A'B'} = -\alpha f_1' \frac{d_\infty}{d_\infty - D + f_1'}}$$

6) Si $d_\infty = D$, cela signifie que les deux lentilles sont accolées pour conjuguer un point à l'infini avec un point A' sur l'écran. Deux lentilles minces accolées étant équivalentes à une seule lentille mince, l'écran matérialise alors le plan focal image de cette lentille équivalente. Donc :

$$d_\infty = D = f_{eq}' = \frac{1}{V_{eq}} = \frac{1}{V_1 + V_2} = \boxed{\frac{f_1'f_2'}{f_1' + f_2'} = 12,0 \text{ cm}}$$

7) Profondeur de mise au point du système : elle est associée aux positions limites de la lentille $\mathcal{L}_2$. Le cas limite $d = D$ correspond à la question précédente : l'objet A est à l'infini. Dans le cas limite où $d = 0$, A_1B_1 est confondu avec $A'B'$ car $O_2 = A_1 = A'$. La formule de conjugaison de $\mathcal{L}_1$ conduit à :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\overline{O_1A_1}} = \frac{1}{D} = \frac{1}{f_1'} + \frac{1}{f_2'} \quad \Rightarrow \quad \overline{O_1A} = f_2' = -6,0 \text{ cm}$$

<u>Conclusion</u> : la plage de mise au point est donc de l'infini à 6 cm en avant de $\mathcal{L}_1$.

Une question ? Un soucis de QRCode ? nicolasperrissin@gmail.com