Spécialité : Lunette terrestre

Bac S 2007 La Réunion (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Calculer la vergence de l'objectif L_1.

Données utiles $f'_1 = 10{,}0\text{ cm} = 0{,}100\text{ m}$

$C_1 = \dfrac{1}{f'_1} = \dfrac{1}{0{,}100}$ avec f'_1 en mètres.

$C_1 = 10{,}0\ \delta$

PIÈGE
Laisser f'_1 en centimètres : $\dfrac{1}{10{,}0}$ donnerait $0{,}100$, résultat faux d'un facteur 100. La dioptrie est le m^{-1}.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme f'_1. La calculatrice est interdite : toutes les valeurs de l'exercice sont choisies pour se calculer de tête.

1.2 Où se trouve l'image A_1B_1 d'un objet à l'infini donnée par L_1 ?

L'objet est à l'infini : les rayons issus de chacun de ses points arrivent parallèles entre eux et convergent dans le plan focal image.

A_1B_1 se forme dans le plan focal image de L_1, avec $A_1 = F'_1$.

COMPRENDRE
Avec la relation de conjugaison : si $\overline{O_1A}$ tend vers $-\infty$, alors $\dfrac{1}{\overline{O_1A}}$ tend vers 0 et $\overline{O_1A_1} = f'_1$.

1.3 Placer, à l'échelle 1/1, le foyer de la lentille L_1 sur la figure 1 de l'annexe.

Données utiles $f'_1 = 10{,}0\text{ cm}$

F'_1 est sur l'axe, 10,0 cm à droite de O_1 (figure en 1.4).

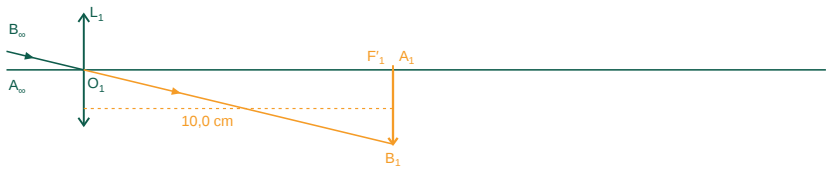
PIÈGE
Placer le foyer à gauche de la lentille : la lumière va de gauche à droite, le foyer image d'une lentille convergente est après la lentille.

1.4 Construire sur la figure 1 de l'annexe l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par L_1.

Le rayon issu de B_∞ passe par le centre optique O_1 : il n'est pas dévié. On le prolonge jusqu'au plan focal image, qu'il coupe en B_1.

A_1B_1 est perpendiculaire à l'axe en F'_1, sous l'axe : image renversée.

MÉTHODE
Objet à l'infini : un seul rayon suffit, celui qui passe par le centre optique. Son intersection avec le plan focal image donne directement le point image.



1.4 · Figure 1 de l'annexe : foyer image de L₁ et image intermédiaire A₁B₁

2.1 Que vaut le grandissement γ dans la situation de la figure 2 de l'annexe ?

A_2B_2 a la même taille que A_1B_1 mais le sens opposé : $\overline{A_2B_2} = -\overline{A_1B_1}$.

$$\gamma = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = -1$$

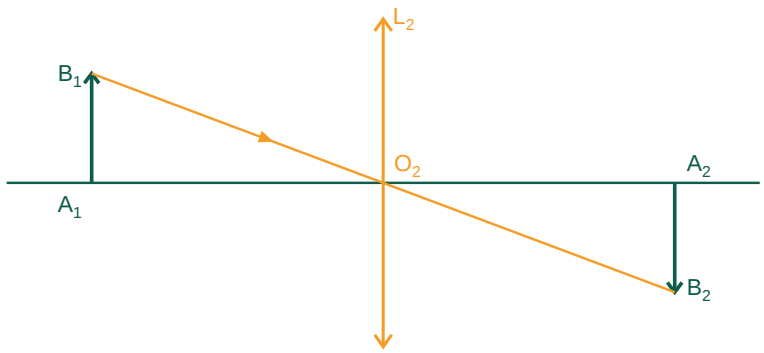
PIÈGE
Répondre $\gamma = 1$ parce que les tailles sont égales. Le grandissement est algébrique : son signe négatif traduit le renversement de l'image.

2.2 Positionner la lentille L_2 sur la figure 2 de l'annexe.

Le rayon issu de B_1 passant par le centre optique n'est pas dévié et aboutit en B_2 : la droite (B_1B_2) coupe l'axe en O_2.

L_2 est perpendiculaire à l'axe en O_2, milieu de $[A_1A_2]$.

COMPRENDRE
Le milieu se justifie par $\gamma = \frac{\overline{O_2A_2}}{\overline{O_2A_1}} = -1$: objet et image sont à égale distance de la lentille, de part et d'autre.



2.2 · Figure 2 de l'annexe : position de L2

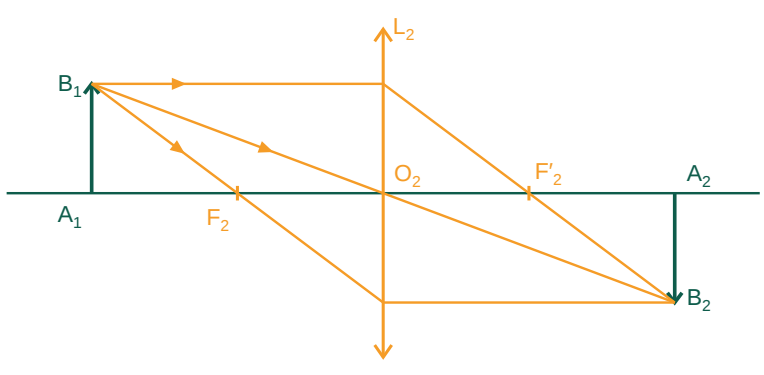
2.3 En utilisant la marche de deux rayons lumineux particuliers, déterminer la position des foyers de la lentille L_2.

Le rayon issu de B_1 parallèle à l'axe ressort vers B_2 en coupant l'axe au foyer image F_2'.

Le rayon qui arrive en B_2 parallèlement à l'axe vient de B_1 en coupant l'axe au foyer objet F_2.

$O_2F_2 = O_2F_2' = 2{,}0$ cm : F_2 milieu de $[A_1O_2]$, F_2' milieu de $[O_2A_2]$.

MÉTHODE
Pour retrouver des foyers quand objet et image sont connus : tracer le rayon incident parallèle à l'axe (il donne F') et le rayon émergent parallèle à l'axe (il donne F).



2.3 · Figure 2 de l'annexe : trois rayons particuliers et foyers de L2

2.4 À l'aide de la relation de conjugaison, montrer que le foyer F_2' est le milieu de $[O_2A_2]$.

Données utiles $\gamma = -1$ (2.1)

Grandissement : $\gamma = \dfrac{\overline{O_2A_2}}{\overline{O_2A_1}} = -1$, donc $\overline{O_2A_1} = -\overline{O_2A_2}$.

Relation de conjugaison : $\dfrac{1}{\overline{O_2A_2}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{\overline{O_2F_2'}}$

Donc $\dfrac{2}{\overline{O_2A_2}} = \dfrac{1}{\overline{O_2F_2'}}$

$\overline{O_2A_2} = 2\,\overline{O_2F_2'}$: F_2' est le milieu de $[O_2A_2]$.

PIÈGE
Oublier que $\overline{O_2A_1}$ est négatif (objet avant la lentille). Avec des longueurs non algébriques, les deux termes se retranchent et la démonstration échoue.

COMPRENDRE
Le « OA_2 » de l'énoncé désigne O_2A_2. Ce montage, objet à $2f'$ avant la lentille et image à $2f'$ après, donne toujours une image renversée de même taille.

2.5 Positionner, à l'échelle 1/1, la lentille L_2 sur la figure 1 de l'annexe.

Données utiles $f_2' = 2{,}0$ cm ; $\overline{O_2A_2} = 2\,\overline{O_2F_2'}$ (2.4)

$\overline{O_2A_2} = 2f_2' = 4{,}0$ cm et $\overline{O_2A_1} = -4{,}0$ cm.

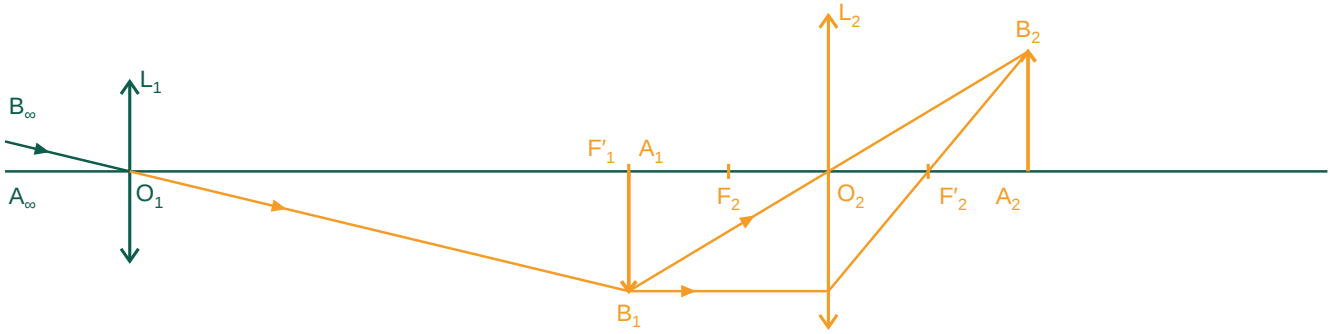
O_2 est 4,0 cm à droite de A_1, soit $O_1O_2 = 10{,}0 + 4{,}0 = 14{,}0$ cm (figure en 2.6).

2.6 Positionner l'image A_2B_2 donnée par la lentille L_2.

Données utiles $\overline{O_2A_2} = 4{,}0$ cm (2.5) ; $\gamma = -1$ (2.1)

A_2 est 4,0 cm à droite de O_2. Comme $\gamma = -1$, B_2 est au-dessus de l'axe ; deux rayons issus de B_1 (par O_2, puis parallèle à l'axe et ressortant par F_2') le confirment.

A_2B_2 est à 18,0 cm de O_1, de même taille que A_1B_1 et dirigée vers le haut.



2.6 · Figure 1 de l'annexe : véhicule L₂ et image A₂B₂

2.7 Quel est le rôle de la lentille L_2 ?

L'objectif donne une image renversée ; le véhicule la retourne une seconde fois sans changer sa taille.

Le véhicule redresse l'image : l'image finale a le même sens que l'objet observé.

COMPRENDRE
Le véhicule n'agrandit rien ($\gamma = -1$). En contrepartie, il allonge l'instrument de $4f_2' = 8{,}0$ cm.

3.1 Où doit être placée la lentille L_3 pour que l'image finale A_3B_3 se trouve à l'infini ?

Données utiles $f'_3 = 2{,}0$ cm

L'image est à l'infini si l'objet A_2B_2 est dans le plan focal objet de L_3.

L_3 est placée de sorte que $F_3 = A_2$: O_3 est à $f'_3 = 2{,}0$ cm après A_2 .

COMPRENDRE
Un œil normal voit sans accommoder un objet à l'infini : c'est le sens de « sans fatigue ». Un système qui donne d'un objet à l'infini une image à l'infini est dit afocal.

3.2 Positionner, à l'échelle 1/1, la lentille L_3 sur la figure 1 de l'annexe.

Données utiles $O_1A_2 = 18{,}0$ cm (2.6) ; $f'_3 = 2{,}0$ cm

$O_1O_3 = O_1A_2 + f'_3 = 18{,}0 + 2{,}0 = 20{,}0$ cm

O_3 est 2,0 cm à droite de A_2, à 20,0 cm de O_1 (figure en 3.3).

3.3 Construire l'image finale A_3B_3 donnée par la lentille L_3.

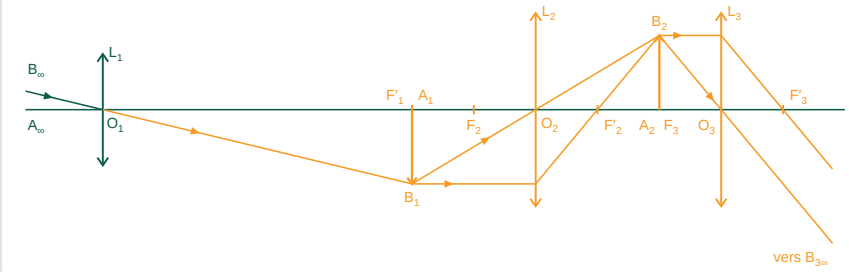
Deux rayons issus de B_2 :

- celui qui passe par O_3 n'est pas dévié ;
- celui qui arrive parallèlement à l'axe ressort en passant par F'_3.

Ils émergent parallèles entre eux : B_3 est à l'infini dans leur direction, A_3 à l'infini sur l'axe.

PIÈGE
Chercher à tout prix un point d'intersection des rayons émergents. S'ils sont parallèles, la construction est juste : il faut l'écrire sur la copie.

COMPRENDRE
Les rayons émergents descendent, comme les rayons incidents issus de B_∞ : l'œil voit B_3 du même côté de l'axe que B_∞. L'image finale est droite.



3.3 · Figure 1 de l'annexe complétée : lunette terrestre entière