TD - COURS : Instruments d'optique - correction

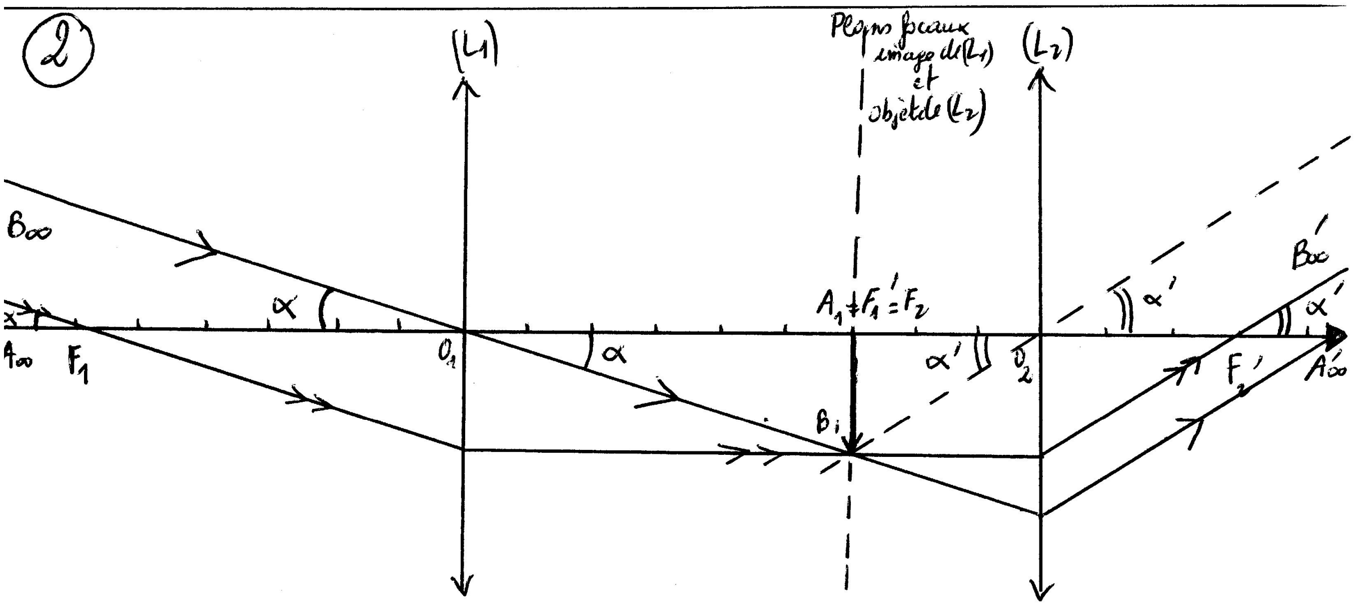
Exercice 2 : Lunette astronomique

1) $\left\{\begin{array}{l}\boxed{A_\infty B_\infty}\\ \text{objet à}\\ \text{l'infini}\end{array}\right. \xrightarrow{(L_1)} \left\{\begin{array}{l}\boxed{A_1 B_1}\\ A_1 = F_1'\\ A_1 = F_2\end{array}\right. \xrightarrow{(L_2)} \left\{\begin{array}{l}\boxed{A'_\infty B'_\infty}\\ \text{pour éviter}\\ \text{l'accomodation}\\ \text{de l'œil}\end{array}\right.$

<u>Les plans focaux image de (L_1) et objet de (L_2) sont confondus car $A_1 = F_1' = F_2$.</u>

Remarque : $A_\infty B_\infty \xrightarrow{\{L_1 ; L_2\}} A'_\infty B'_\infty$ la lunette astronomique est un système optique afocal

2)



→ un rayon incident passant par F_1 émerge parallèlement à l'axe optique et ressort après traversée de (L_2) en passant par F_2'.

→ rayon incident passant par O_1 n'est pas dévié à la traversée de (L_1). Il intercepte →→ dans le plan focal objet de (L_2) donc émerge parallèle à →→ après traversée de (L_2).

α : rayon angulaire apparent du faisceau d'entrée

α' : " " " " " de sortie

3) • <u>En prenant des angles non orientés il vient</u> : $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1F_1'}$ et $\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2F_2}$

Dans les conditions de Gauss (angles faibles) $\left\{\begin{array}{l}\tan\alpha \simeq \alpha\\ \tan\alpha' \simeq \alpha'\end{array}\right.$ d'où $\dfrac{\tan\alpha'}{\tan\alpha} \simeq \dfrac{\alpha'}{\alpha} \simeq \dfrac{O_1F_1'}{O_2F_2}$

Soit $\boxed{G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{f_1'}{f_2'}}$ $\left(f_1' = \overline{O_1F_1'} \text{ et } f_2' = \overline{O_2F_2'} \text{ positives}\right)$

Comme $f_1' > f_2'$: <u>l'image est plus grande.</u>

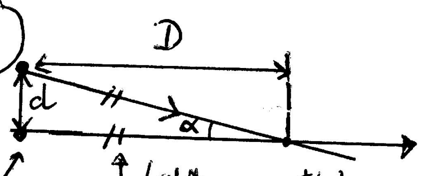
• Les angles n'étant pas orientés, le grossissement déterminé est purement arithmétique et non algébrique (noté G').
Pour obtenir l'information supplémentaire sur le caractère droit ou renversé de l'image finale on peut orienter les angles à partir de l'axe optique.

(sens horaire) (sens anti-horaire ou trigonométrique) $\Longrightarrow$ α et α' sont donc de signes opposés.

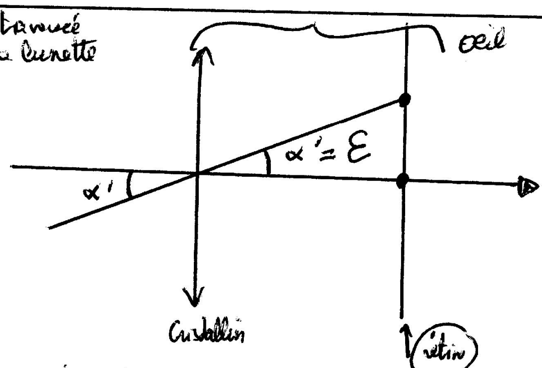
$G' = -G < 0$: l'image finale est renversée.

Remarque : On peut aussi constater que les rayons issus de l'objet proviennent du haut par rapport à l'axe optique alors que ceux du faisceau de sortie donnant l'image finale viennent du bas.

4



Avant traversée de la lunette | Après traversée de la lunette



$\tan\alpha = \frac{d}{D} \simeq \alpha$ (conditions de Gauss)

Pouvoir séparateur de l'œil $\varepsilon = 1' = \frac{1}{60}° = 3.10^{-4}$ rad

α, α' sont reliés par la relation obtenue à la question précédente $G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{\alpha'}{\alpha}$

d'où $G = \frac{\varepsilon D}{d} = \frac{f_1'}{f_2'}$ soit $\boxed{d = \frac{\varepsilon D f_2'}{f_1'}}$

AN : $d = 2{,}3$ km

Exercice 3 : Lunette de Galilée

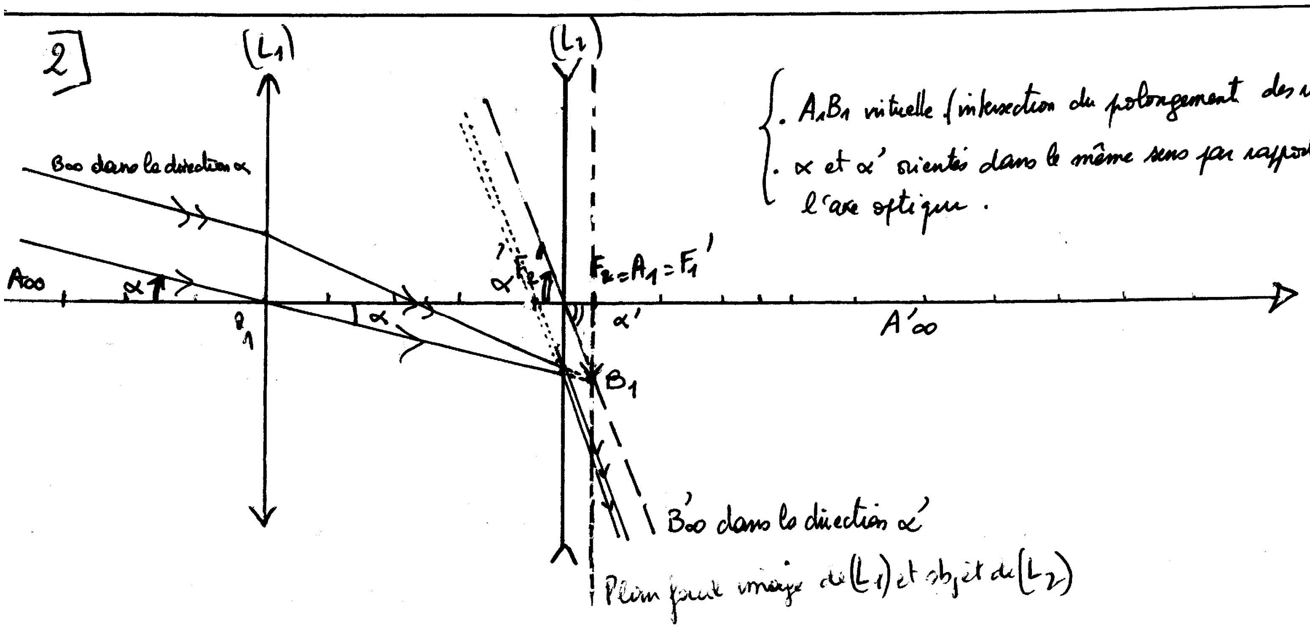
1) $\boxed{\begin{array}{c} AB_\infty \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'_\infty B'_\infty \\ A_1 = F_1' \\ A_1 = F_2 \end{array}}$

. Système afocal : $\boxed{F_1' = F_2}$

$\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_2O_2} = f_1' + f_2'$

AN : $\overline{O_1O_2} = 45\,cm$.

2)



{ . A_1B_1 virtuelle (intersection du prolongement des rayons)
. α et α' orientés dans le même sens par rapport à l'axe optique.

Conditions de Gauss . $\tan\alpha \sim \alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1F_1'} = \dfrac{A_1B_1}{f_1'}$ (angle non orienté : $\alpha > 0$)

. $\tan\alpha' \sim \alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2F_2} = \dfrac{A_1B_1}{f_2} = \dfrac{A_1B_1}{-f_2'}$ (angle non orienté : $\alpha' > 0$) ← (L_2) divergente $f_2' < 0$

Ainsi $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} \Rightarrow \boxed{G = -\dfrac{f_1'}{f_2'}}$ $\quad G = 10$ (image plus grande)

On a considéré des angles non orientés. Le grandissement algébrique (angles orientés) est positif car l'image finale sera vue droite par rapport à l'objet (les rayons issus de l'objet proviennent du haut comme ceux issus de l'image). Ce qui est un avantage par rapport à la lunette astronomique où l'image finale est renversée !

Si $\alpha = 1°$ alors $\alpha' = 10°$