

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

EXERCICE 2 : au choix du candidat (5 points)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 2 L'observation de Saturne

Partie A - Limite de résolution d'une lunette astronomique et pouvoir séparateur de l'œil

A.1.

D'après les données : L'angle apparent sous lequel le système d'anneaux de Saturne est vu depuis la Terre vaut $\alpha = 8 \times 10^{-5}$ rad quand Saturne est au plus près de la Terre.

Or, toujours d'après les données, On considère qu'un œil normal ne peut pas distinguer deux points objets A et B très proches si l'angle apparent sous lequel ils sont vus est inférieur à $2,9 \times 10^{-4}$ rad.

$\alpha < 2,9 \times 10^{-4}$ rad : il n'est pas possible de profiter du « spectacle exceptionnel » que peut offrir l'observation de la planète Saturne avec ses anneaux à l'œil nu.

A.2.

$$\alpha_{\text{lim}} = 1,22 \times \frac{\lambda}{D}$$

D'après les données : La longueur d'onde de la radiation la plus lumineuse diffusée par Saturne est $\lambda = 705$ nm.

$$\alpha_{\text{lim}} = 1,22 \times \frac{705 \times 10^{-9}}{70 \times 10^{-3}}$$

$$\alpha_{\text{lim}} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

La limite de résolution angulaire α_{lim} de cette lunette commerciale à pour valeur :

$$\alpha_{\text{lim}} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ rad.}$$

A.3.

$\alpha > \alpha_{\text{lim}} = 1,2 \times 10^{-5}$ rad : le phénomène ondulatoire limitant la résolution n'empêche pas l'observation de Saturne avec la lunette proposée.

Partie B - Formation de l'image de Saturne et de ses anneaux

B.1.1.

L_1 : l'objectif car c'est la lentille placée vers l'objet

L_2 : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.



B.1.2.

Les centres optiques respectifs O_1 et O_2 ; sont placés respectivement aux centres des lentilles L_1 et L_2 .



Le foyer objet F_2 de L_2 : $O_2 F_2 = O_2 F'_2$



Le foyer image F'_1 de L_1 :

D'après le sujet la lunette est afocale. La lentille L_1 , donne de l'objet $A_\infty B_\infty$, une image $A_1 B_1$ sur le foyer image F'_1 . Pour que L_2 donne une image $A'_\infty B'_\infty$, il faut que $A_1 B_1$ soit sur le foyer objet F_2 .

Ainsi, les deux foyers F'_1 et F_2 sont confondus.

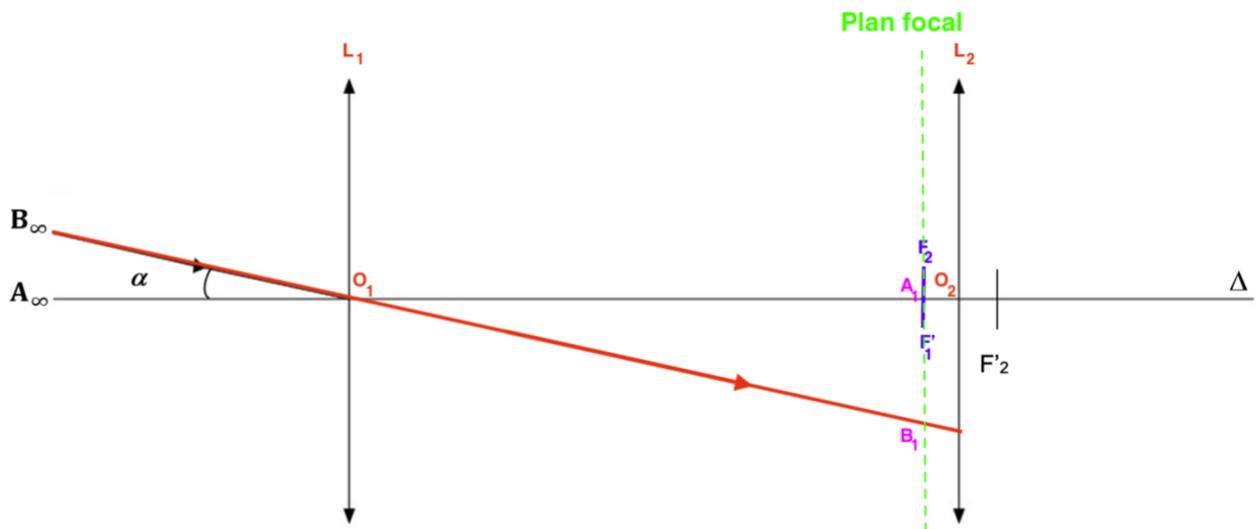


B.2.

La lentille L_1 , donne de l'objet $A_\infty B_\infty$, une image $A_1 B_1$ sur le plan focal.

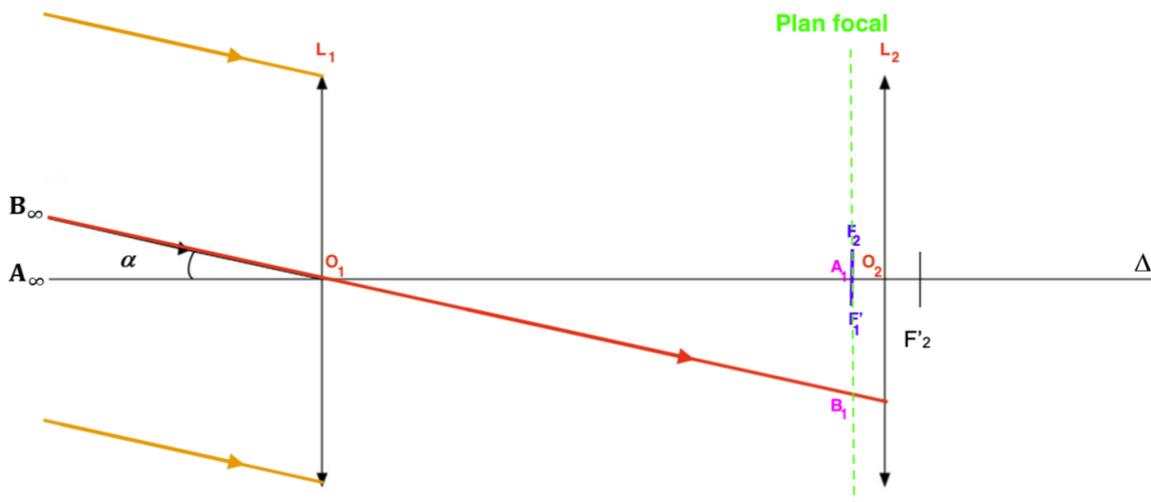
Le rayon issu de B, passant par O_1 n'est pas dévié.

Le point B_1 est défini par l'intersection de ce rayon et le plan focal.

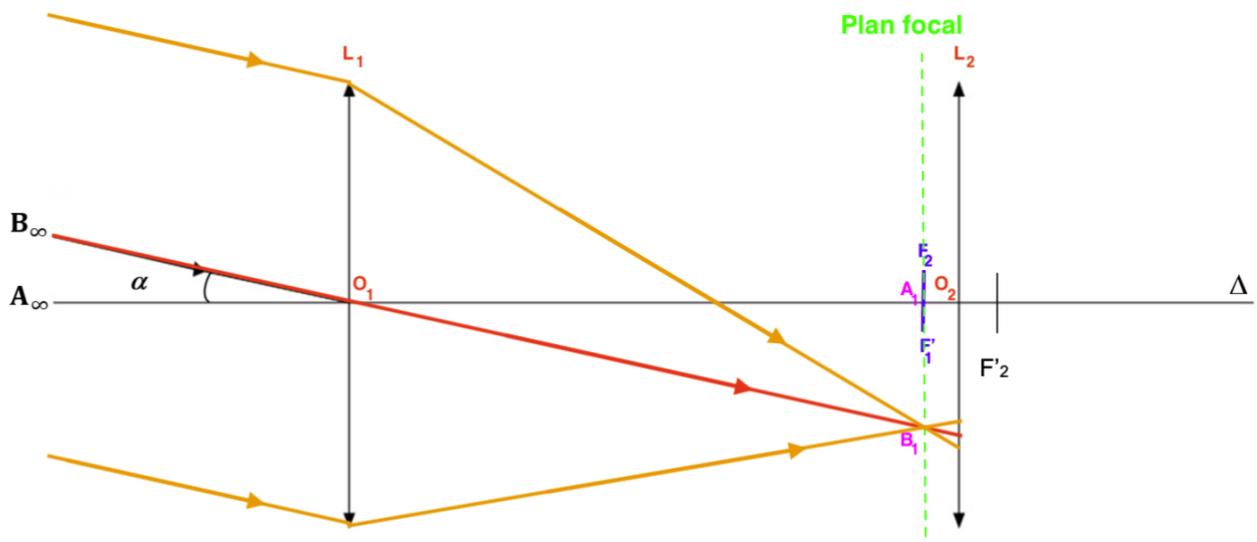


Le faisceau émergent de la lunette issu de B_∞ et passant par les bords de l'objectif :

Tous les rayons issus de B sont parallèles entre eux car ils proviennent de l'infini.



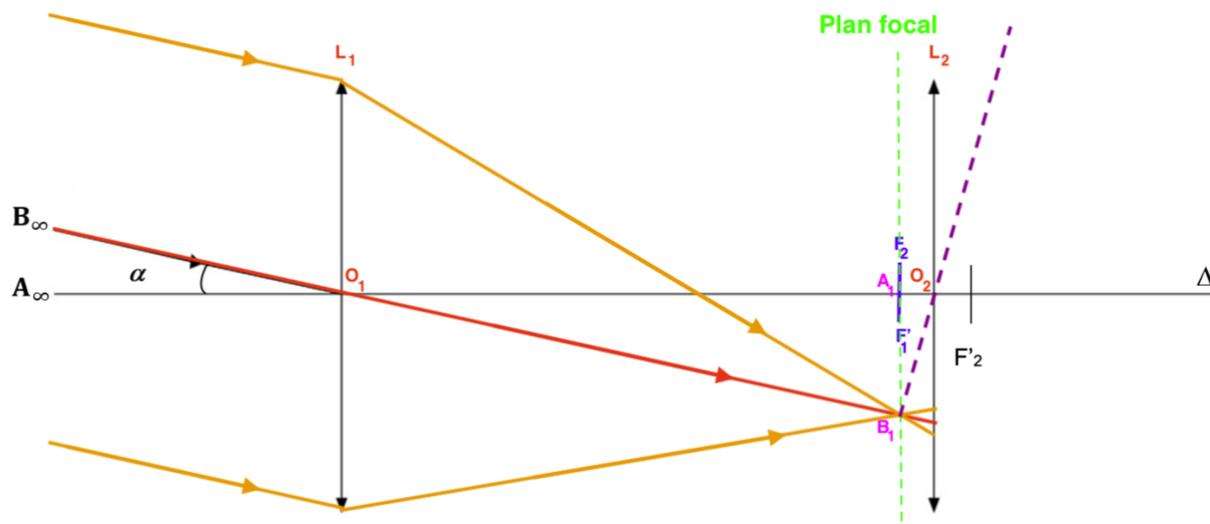
Tous les rayons issus de B se rejoignent au point B_1 .



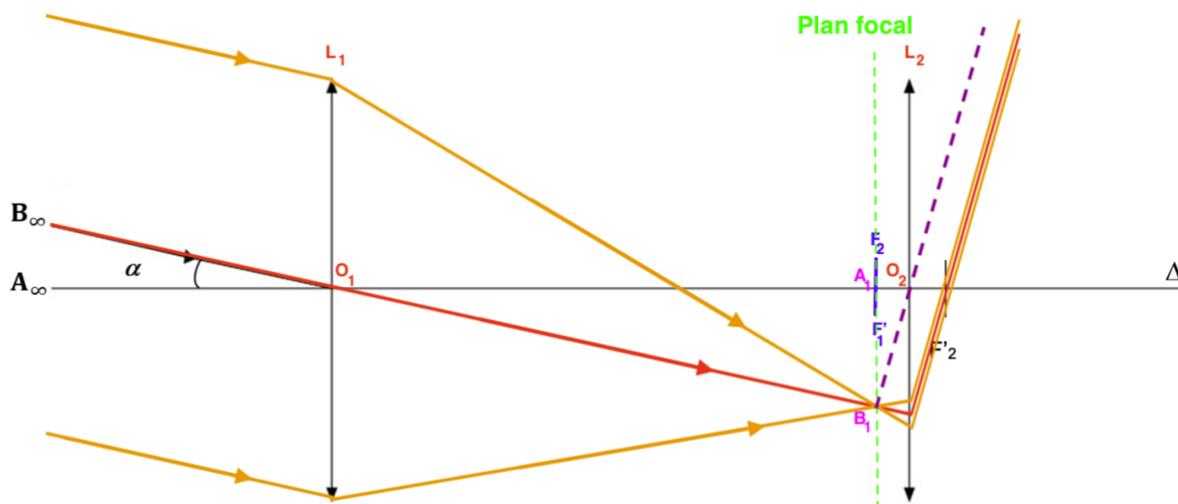
Partie C - Grossissement de la lunette astronomique

C.1.

Un rayon issu de B_1 passant par O_2 n'est pas dévié.

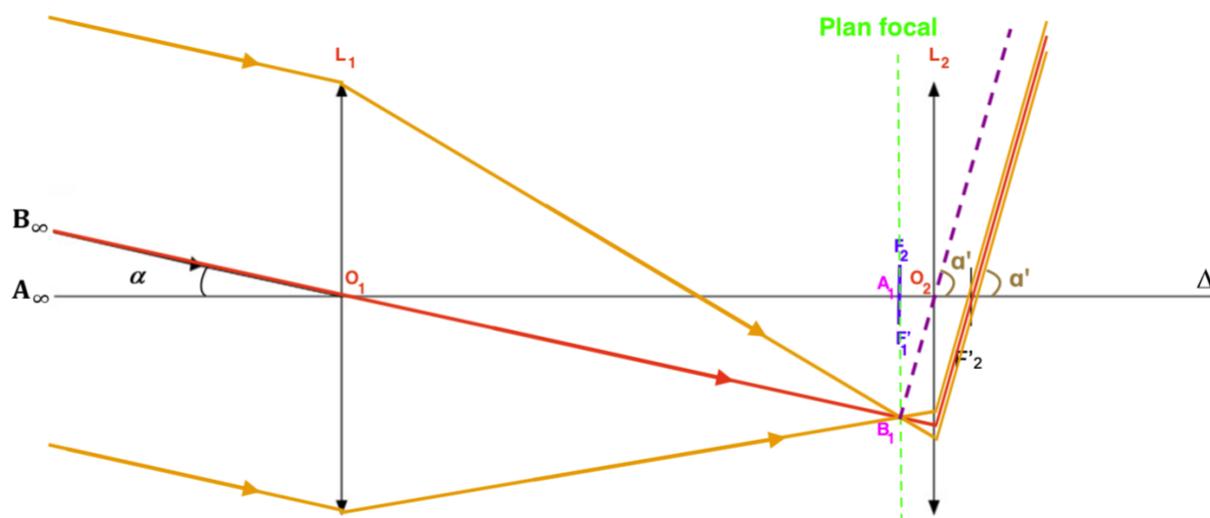


A_1B_1 étant sur le plan focal, il donnera une image à l'infini, tous les rayons issus de B_1 , passant par la lentille L_2 seront parallèles.



Remarque : L'échelle du schéma ne permet pas de bien voir les rayons au niveau du foyer image. les rayons ne passent pas par F'_2 .

α' est l'angle sous lequel est vue l'image finale en sortie de lunette.



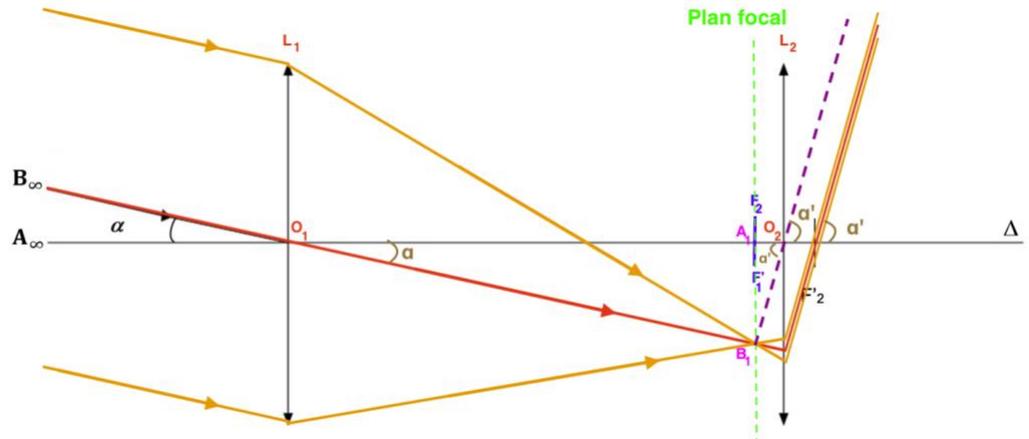
C.2.

Le grossissement G est défini par :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

$$\tan(\alpha) \approx \alpha = \frac{A_1 B_1}{f'_1}$$

$$\tan(\alpha') \approx \alpha' = \frac{A_1 B_1}{f'_2}$$



$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A_1 B_1}{f'_2}}{\frac{A_1 B_1}{f'_1}} = \frac{A_1 B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1 B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

C.3.

$$G = \frac{f'_1}{f'_2}$$

$$G = \frac{900 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}}$$

$$G = 45$$

La valeur du grossissement « 45 X » de la lunette commerciale décrite en figure 3 est validée.

C.4.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = G$$

$$\alpha' = G \times \alpha$$

$$\alpha' = 45 \times 8 \times 10^{-5}$$

$$\alpha' = 3,6 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

D'après les données :

D'après les données, On considère qu'un œil normal ne peut pas distinguer deux points objets A et B très proches si l'angle apparent sous lequel ils sont vus est inférieur à $2,9 \times 10^{-4}$ rad.

$\alpha' = 3,6 \times 10^{-3} \text{ rad} > 2,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$: l'œil peut théoriquement discerner les anneaux de Saturne avec l'aide de cette lunette.