

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h03

EXERCICE 3 : 6 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 3 : L'astéroïde 2024 PT5

1. Mouvement autour de la Terre

Q1.

$$\vec{F}_{T/L} = G \times \frac{M_T \times M_L}{d_{T/L}^2} \vec{u}_n$$

Q2.

Système : Lune

Référentiel : Géocentrique supposé galiléen.

D'après la 2nd loi de Newton :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = M_L \vec{a}$$

$$\vec{F}_{T/L} = M_L \vec{a}$$

$$G \times \frac{M_T \times M_L}{d_{T/L}^2} \vec{u}_n = M_L \vec{a}$$

$$\vec{a} = G \times \frac{M_T}{d_{T/L}^2} \vec{u}_n$$

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{d_{T/L}} \vec{u}_n + \frac{dv}{dt} \vec{u}_t$$

L'accélération étant unique, par identification :

$$\frac{v^2}{d_{T/L}} = G \times \frac{M_T}{d_{T/L}^2}$$

$$v^2 = G \times \frac{M_T}{d_{T/L}}$$

$$v = \sqrt{G \times \frac{M_T}{d_{T/L}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_T}{d_{T/L}}}$$

Q3.

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi \times d_{T/L}}{v}$$

$$T = \frac{2\pi \times d_{T/L}}{\sqrt{\frac{G \times M_T}{d_{T/L}}}} = 2\pi \times d_{T/L} \times \sqrt{\frac{d_{T/L}}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi \times d_{T/L} \times \sqrt{\frac{d_{T/L}}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi \times \sqrt{d_{T/L}^2 \times \frac{d_{T/L}}{G \times M_T}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{d_{T/L}^3}{G \times M_T}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \times \frac{d_{T/L}^3}{G \times M_T}$$

$$\frac{T^2}{d_{T/L}^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M_T}$$

Q4.

$$\frac{T^2}{d_{T/L}^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M_T}$$

$$\frac{d_{T/L}^3}{T^2} = \frac{G \times M_T}{4\pi^2}$$

$$d_{T/L}^3 = \frac{T^2 \times G \times M_T}{4\pi^2}$$

$$(d_{T/L}^3)^{1/3} = \left(\frac{T^2 \times G \times M_T}{4\pi^2} \right)^{1/3}$$

Ou

$$\sqrt[3]{d_{T/L}^3} = \sqrt[3]{\frac{T^2 \times G \times M_T}{4\pi^2}}$$

$$d_{T/L} = \sqrt[3]{\frac{T^2 \times G \times M_T}{4\pi^2}}$$

$$d_{T/L} = \sqrt[3]{\frac{(27,3 \times 24 \times 60 \times 60)^2 \times 6,67 \times 10^{-11} \times 5,972 \times 10^{24}}{4\pi^2}}$$

$$d_{T/L} = 3,83 \times 10^8 \text{ m}$$

$$d_{T/L} = 3,83 \times 10^5 \text{ km}$$

Q5.

$$r_{\text{Hill}} = d_{T/S} \times \sqrt[3]{\frac{M_T}{3 \times M_S}}$$

$$r_{\text{Hill}} = 1,496 \times 10^8 \times \sqrt[3]{\frac{5,972 \times 10^{24}}{3 \times 1,989 \times 10^{30}}}$$

$$r_{\text{Hill}} = 1,50 \times 10^6 \text{ km}$$

Q6.

$$d_{T/L} = 3,83 \times 10^5 \text{ km}$$

$$r_{\text{Hill}} = 1,50 \times 10^6 \text{ km}$$

$d_{T/L} < r_{\text{Hill}}$: la Lune est située à l'intérieur de la sphère de Hill de la Terre.

Q7.

D'après la figure 2, la plus petite distance Terre-astéroïde est de :

$$d_{\min T/A} = 0,004 \text{ au}$$

$$d_{\min T/A} = 0,004 \times 1,496 \times 10^8$$

$$d_{\min T/A} = 5,84 \times 10^5 \text{ km}$$

Pour une telle distance $d_{\min T/A} < r_{\text{Hill}}$.

Cependant, hormis ce court passage proche de la terre, l'astéroïde est resté à une distance supérieure à

$$d_{T/A} = 0,01 \text{ au}$$

$$d_{T/A} = 0,01 \times 1,496 \times 10^8$$

$$d_{T/A} = 1,50 \times 10^5 \text{ km}$$

Pour une telle distance $d_{T/A} = r_{\text{Hill}}$.

Ainsi, l'astéroïde a donc pu rester proche de la Terre quelque temps, mais sans être capturé par sa gravité.

2. Observation de l'astéroïde à l'œil nu**Q8.**

Pour des angles très petits, exprimés en radian : $\tan \theta \approx \theta$

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{\text{opposé}}{\text{adjacent}}$$

$$\theta = \frac{d}{d_{T/A}}$$

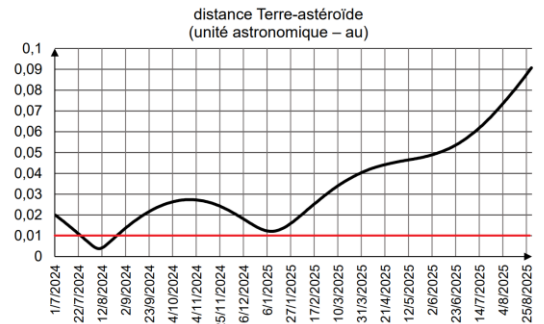
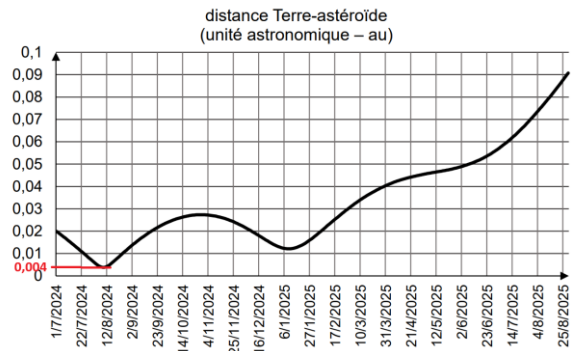
$$\theta = \frac{11}{5,67 \times 10^5 \times 10^3}$$

$$\theta = 1,9 \times 10^{-8} \text{ rad}$$

Q9.

Le pouvoir séparateur de l'œil de l'observateur : $\varepsilon = 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta < \varepsilon$: un observateur ne pourra pas distinguer l'astéroïde. D'où la phrase de l'article : « Une deuxième lune temporaire qu'on ne pourra malheureusement pas distinguer à l'œil nu ».

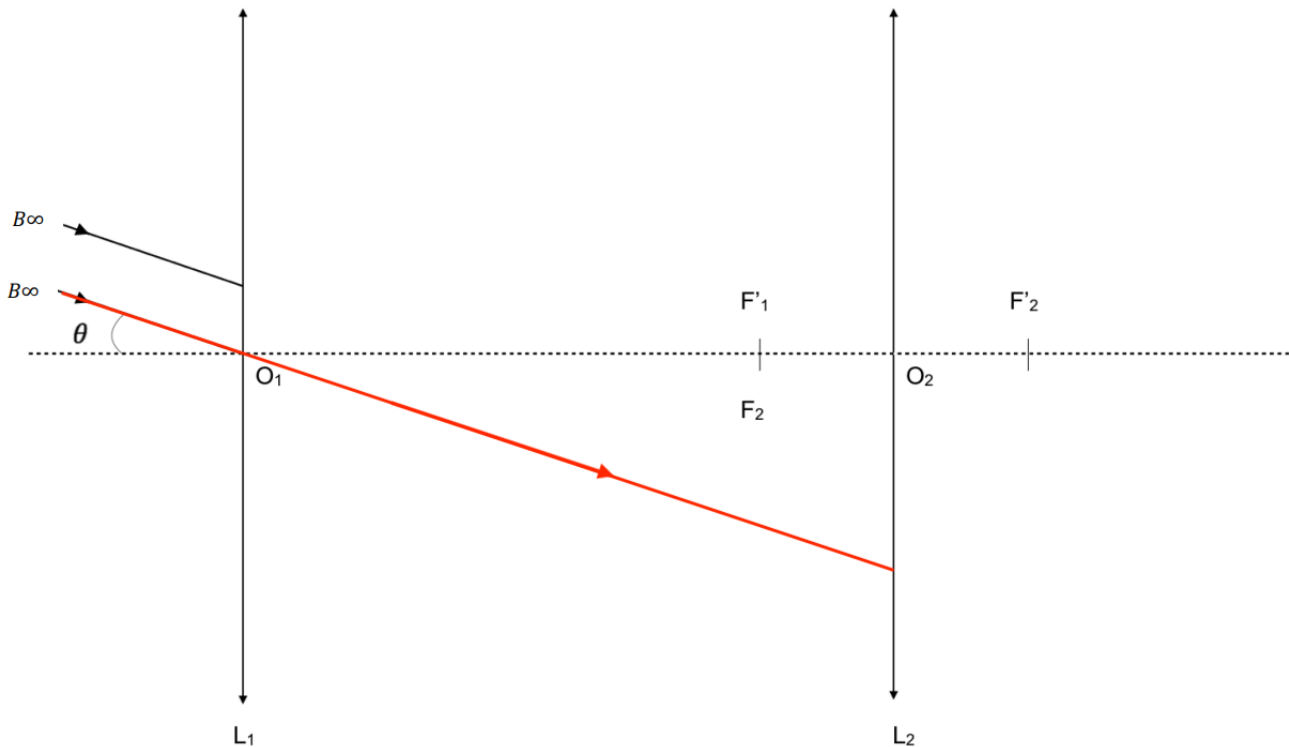


3. Observation de l'astéroïde avec une lunette astronomique

Q10.

Le rayon lumineux issu de B pénétrant dans la lunette par le centre optique O_1 de la lentille L_1 n'est pas dévié.

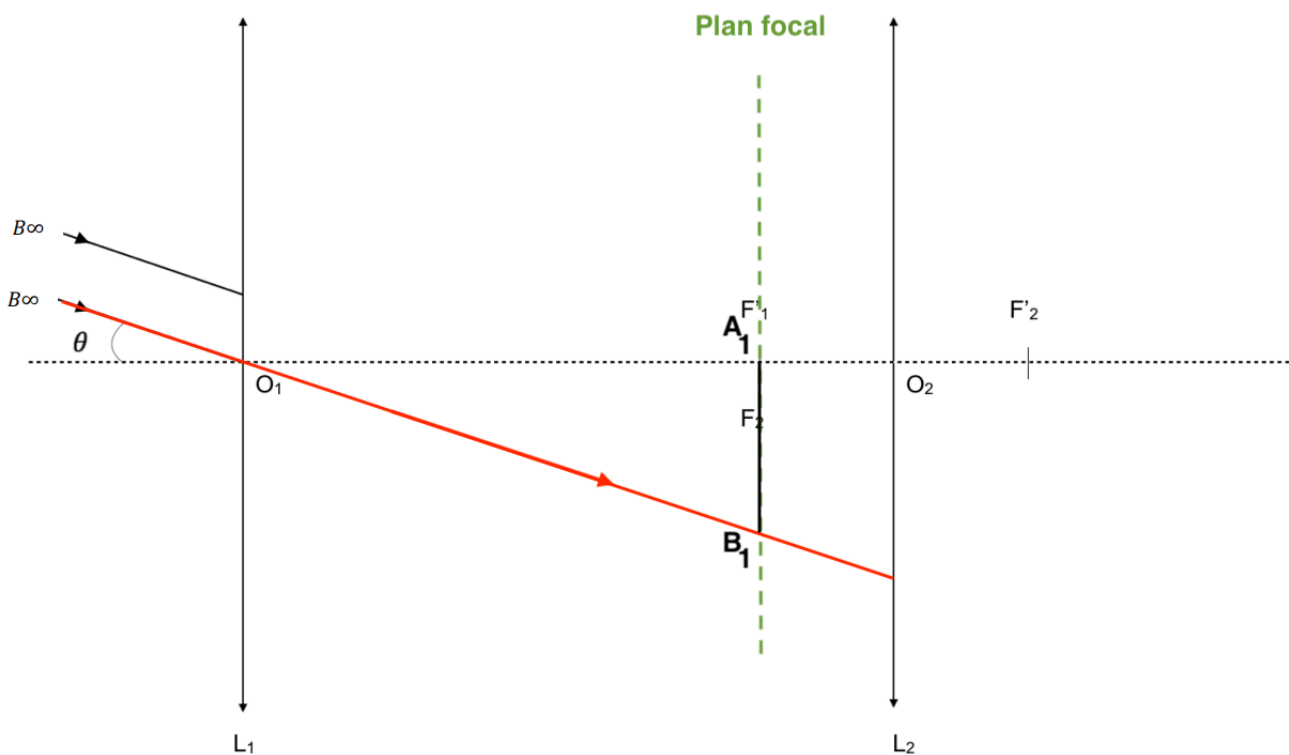
ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

Position de B_1 image intermédiaire de B : Comme l'objet $A_\infty B_\infty$ est à l'infini, son image $A_1 B_1$ est dans le plan focal image de l'objectif L_1 .

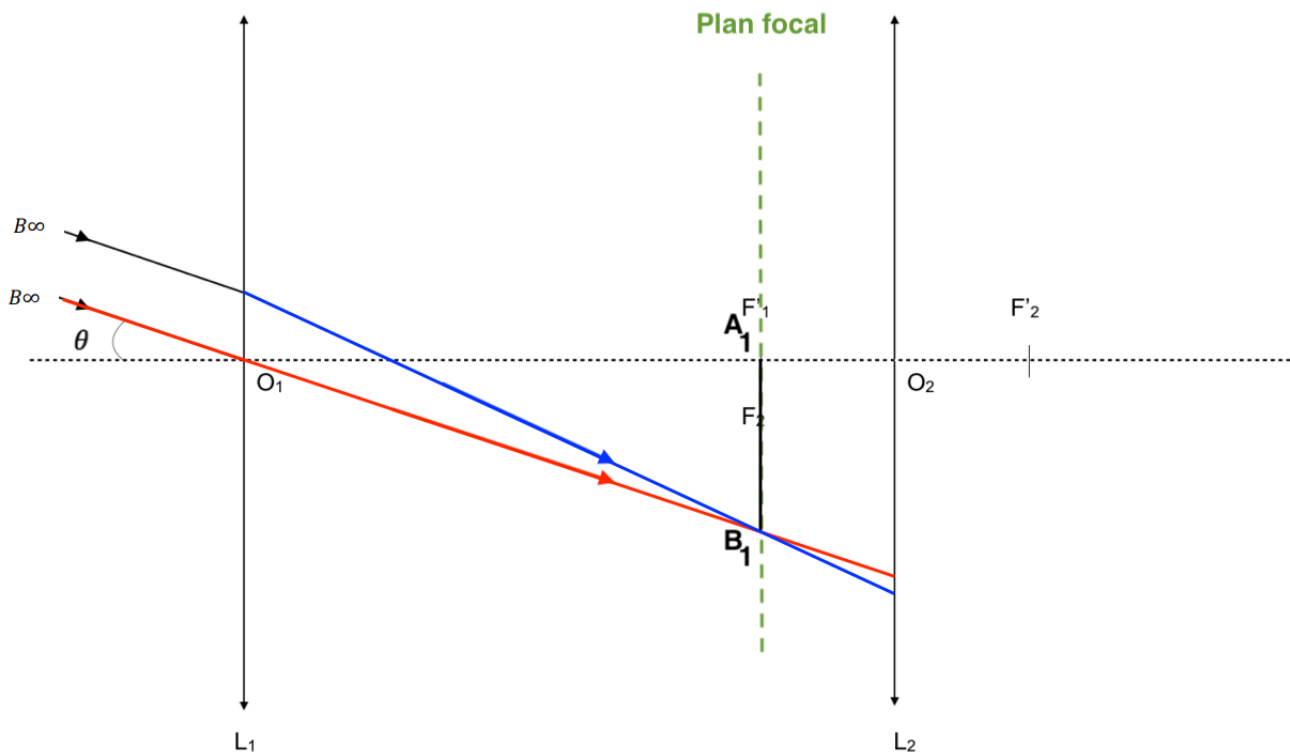
ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

L'autre rayon lumineux issu de B, sort de L_1 en passant par B_1 .

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)

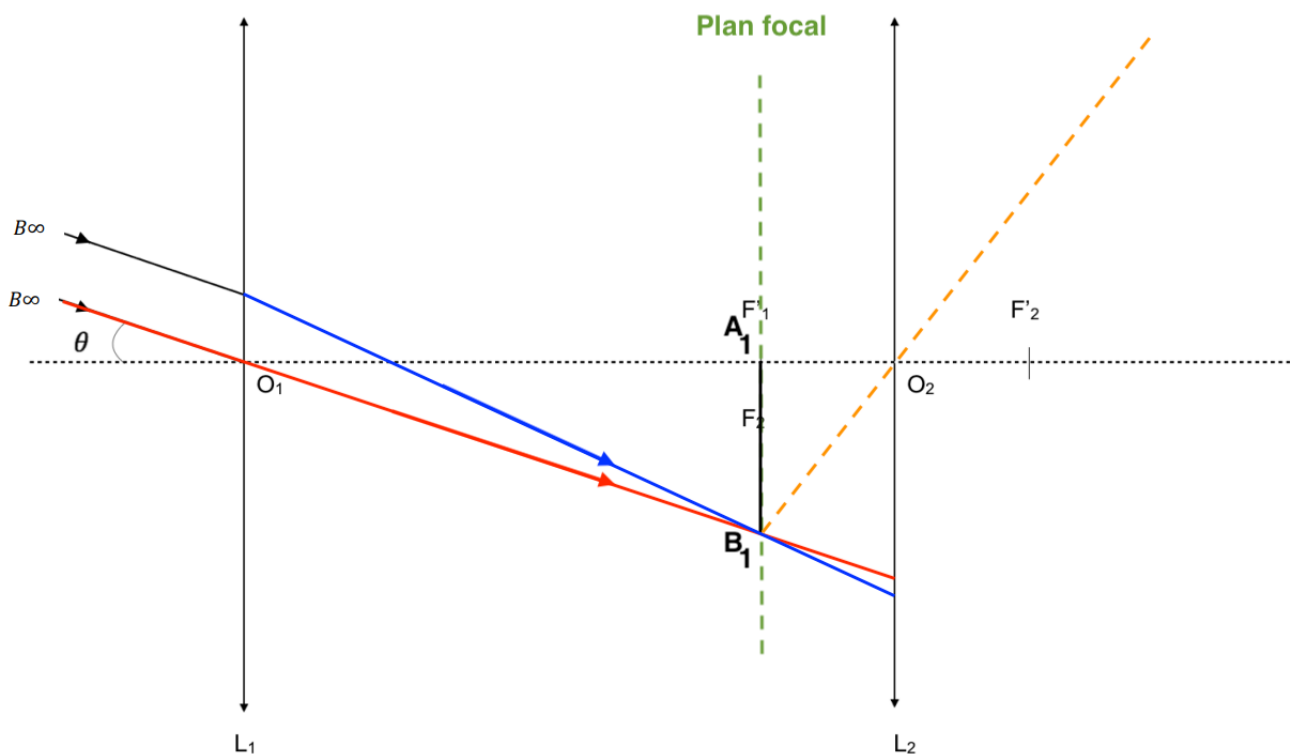


Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

Pour le rayon émergent de la lentille L_2 :

On trace un rayon issu de B_1 passant par O_2 . Ce rayon ne sera pas dévié.

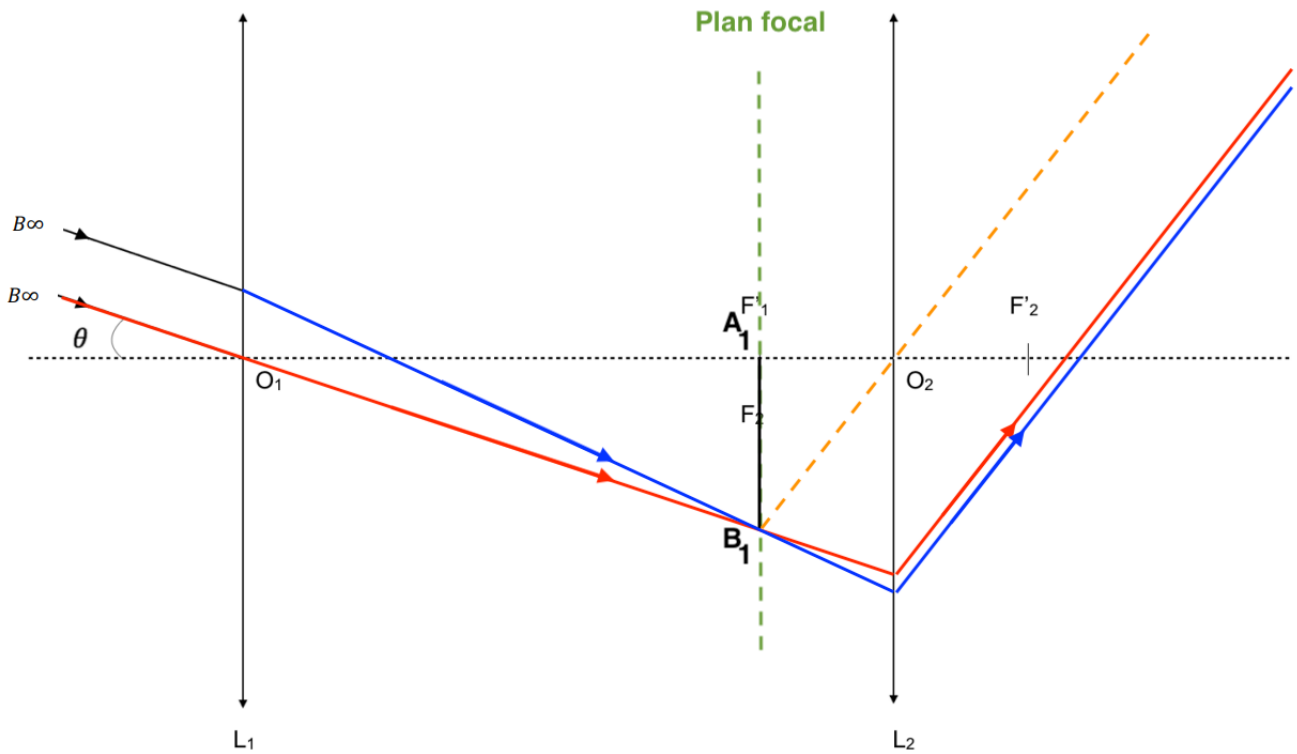
ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

De plus nous savons que l'image d'un objet situé dans le plan focal objet d'une lentille se forme à l'infini. Ainsi les rayons émergents de la lentille L_2 issue de B_1 seront parallèles à ce rayon tracé.

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



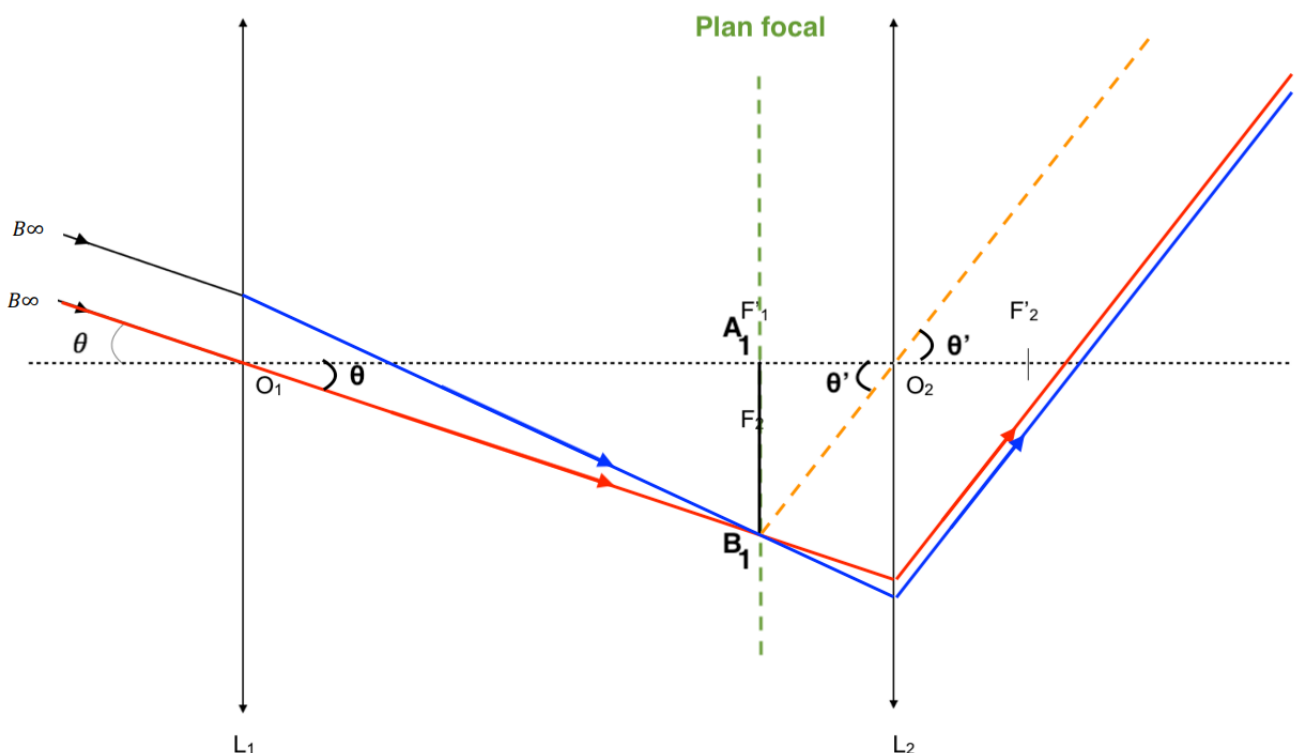
Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

Q11.

L'angle θ est l'angle sous lequel est vu l'objet sans la lunette.

L'angle θ' est l'angle sous lequel est vu l'objet avec la lunette.

ANNEXE 3 À RENDRE AVEC LA COPIE (Exercice 3 - Q10)



Schématisation de la lunette astronomique (le schéma n'est pas à l'échelle).

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

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

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

Q12.

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

$$\theta' = \frac{f'_1}{f'_2} \times \theta$$

$$\theta' = \frac{16}{4 \times 10^{-2}} \times 1,9 \times 10^{-8}$$

$$\theta' = 7,6 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

Le pouvoir séparateur de l'œil de l'observateur : $\varepsilon = 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta' < \varepsilon$: la « Grande Lunette » de Meudon ne permet pas de distinguer deux points diamétralement opposés de l'astéroïde 2024 PT5.