

CLASSE : Terminale

VOIE : ☒ Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53

EXERCICE 2 : 5 points

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 2 : L'astroscope

1. Étude de l'astroscope

Q1.

L_1 : C'est la lentille placée vers l'objet

L_2 : C'est la lentille où on place l'œil.

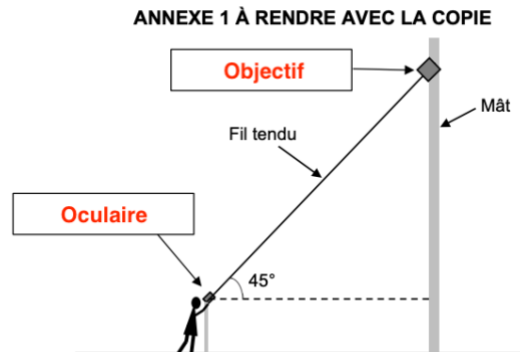


Figure A1. Schéma simplifié de l'astroscope

Q2.

Le fil tendu, de longueur f_1' , forme un angle de 45° avec l'horizontale (Figure A1).

$$\sin(45^\circ) = \frac{h_{\text{fil}}}{f_1'}$$

$$\frac{h_{\text{fil}}}{f_1'} = \sin(45^\circ)$$

La hauteur qu'il permet d'atteindre est donc :

$$h_{\text{fil}} = f_1' \times \sin(45^\circ)$$

$$h_{\text{fil}} = 34 \times 0,707$$

$$h_{\text{fil}} = 24,0 \text{ m}$$

En ajoutant la hauteur à laquelle l'observateur tient l'oculaire au-dessus du sol (hauteur des yeux, de l'ordre de 1,5 m) :

$$H_{\text{mât}} = h_{\text{fil}} + h_{\text{observateur}}$$

$$H_{\text{mât}} = 24,0 + 1,5$$

$$H_{\text{mât}} = 25,5 \text{ m}$$

La hauteur minimale du mât est donc bien voisine de 25 m.

2. Mesure de l'angle sous lequel est vue Jupiter

Q3.

D'après la citation de Jacques Cassini, il faut « réunir le foyer oculaire à celui de l'objectif » : le foyer objet de l'oculaire F_2 doit donc être placé au même point que le foyer image de l'objectif F_1' , déjà représenté sur la Figure A2.

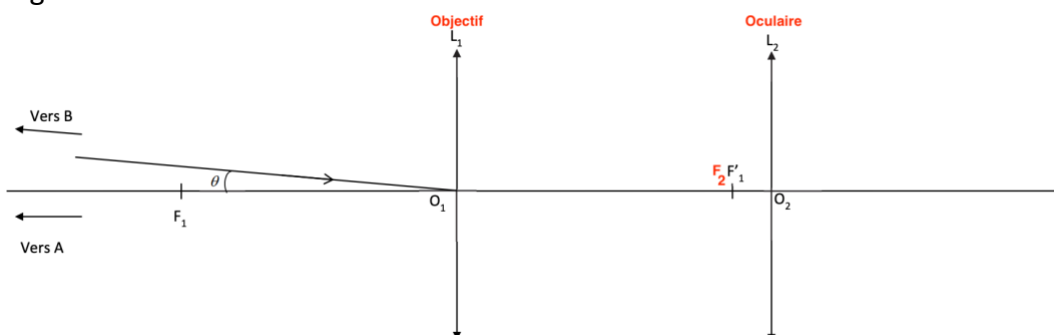


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

Q4.

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.

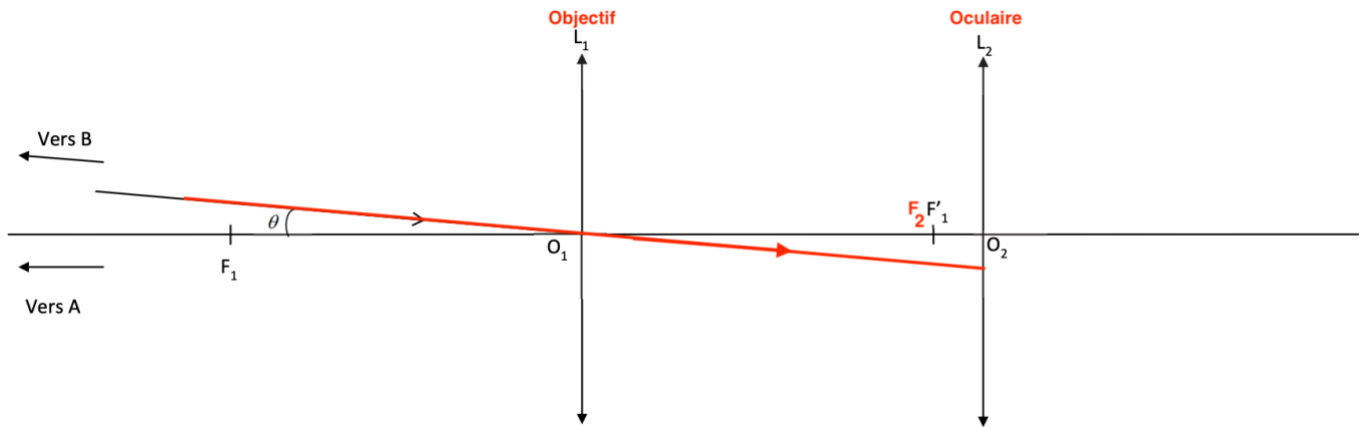


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

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 .

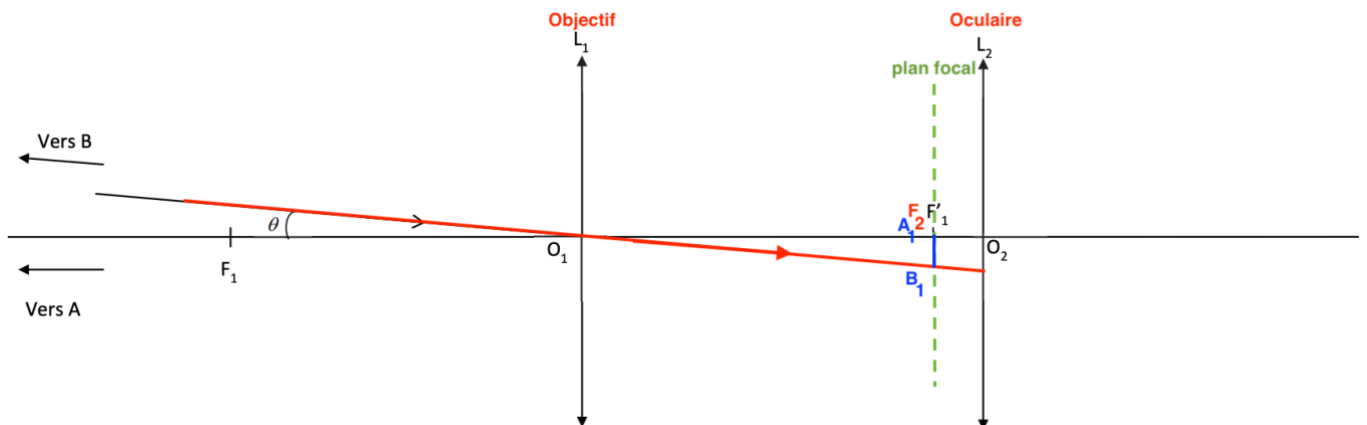


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

Pour le rayon émergeant de la lentille L_2 :

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

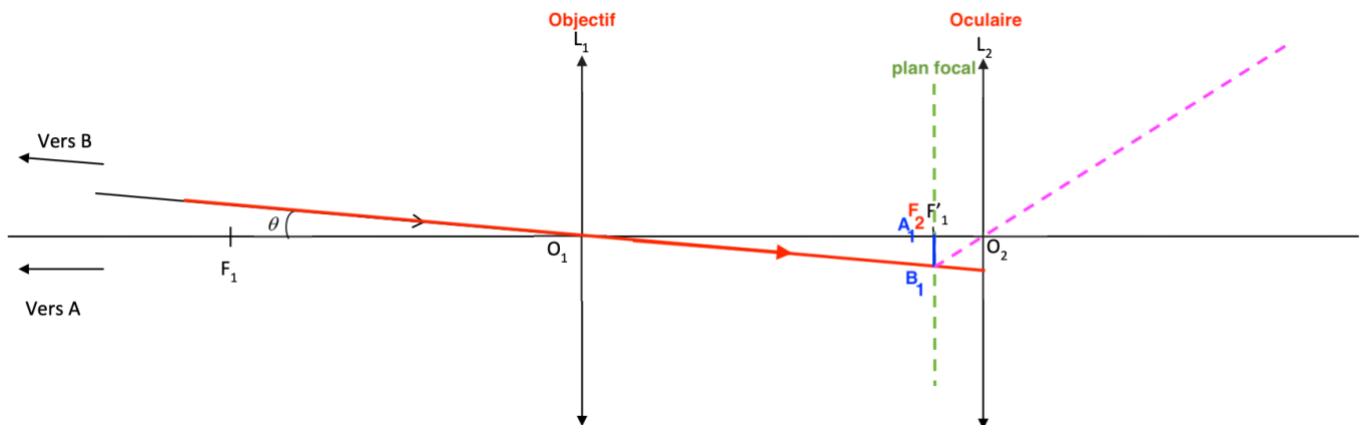


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

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.

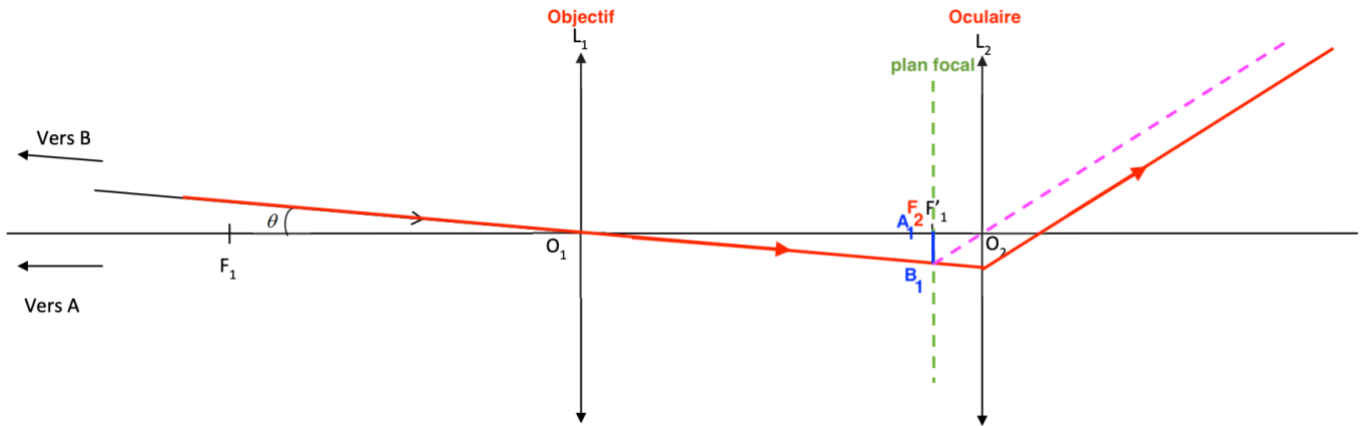


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

Q5.

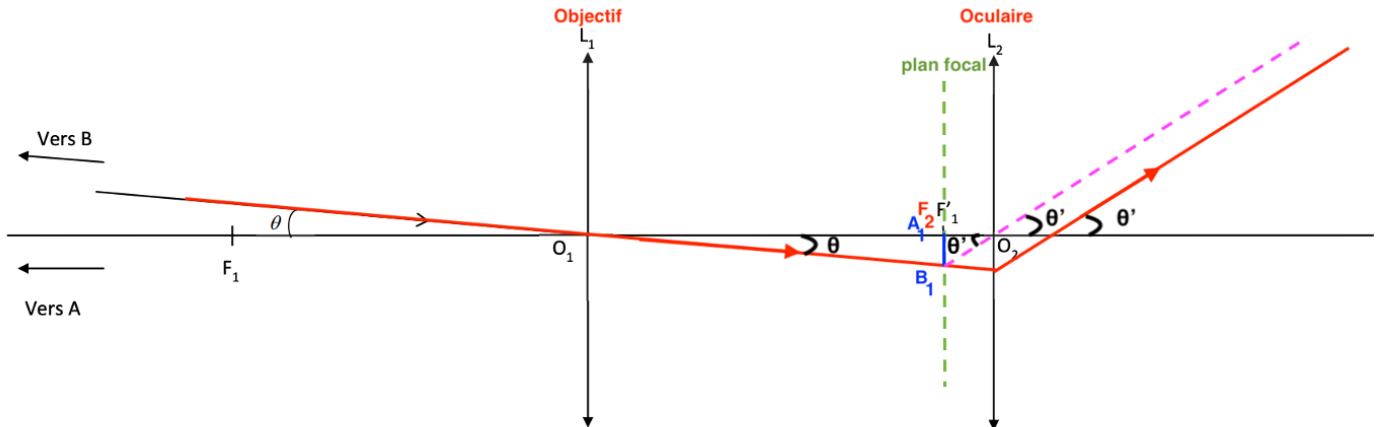


Figure A2. Schéma modélisant l'astroscope (échelle non respectée)

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

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

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

Q6.

Calcul du grossissement de l'astroscope :

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

$$G = \frac{34}{0,070}$$

$$G = 486$$

Valeur mesurée de l'angle θ sous lequel Jupiter est vue à l'œil nu, d'après θ' et G :

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

$$\theta = \frac{9,4 \times 10^{-2}}{486}$$

$$\theta = 1,9 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Calcul de l'incertitude-type associée :

$$u(\theta) = \theta \times \sqrt{\left(\frac{u(\theta')}{\theta'}\right)^2 + \left(\frac{u(G)}{G}\right)^2}$$

$$u(\theta) = 1,94 \times 10^{-4} \times \sqrt{\left(\frac{2 \times 10^{-3}}{9,4 \times 10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{40}{486}\right)^2}$$

$$u(\theta) = 1,94 \times 10^{-4} \times 0,0851$$

$$u(\theta) = 2 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

Comparaison à la valeur de référence $\theta_{\text{ref}} = 2,2 \times 10^{-4} \text{ rad}$:

$$\frac{|\theta - \theta_{\text{ref}}|}{u(\theta)} = \frac{|1,9 \times 10^{-4} - 2,2 \times 10^{-4}|}{2 \times 10^{-5}}$$

$$\frac{|\theta - \theta_{\text{ref}}|}{u(\theta)} = 1,5$$

Cette valeur étant inférieure à 2, on considère que la valeur déterminée par Huygens est en accord avec la valeur de référence θ_{ref} : la mesure de Huygens est donc validée.