Centres étrangers 1 2022 Jour 2 **Correction © https://labolycee.org**
Spécialité physique-chimie
EXERCICE A – DÉTERMINATION DU DIAMETRE DE JUPITER (5 pts, 53 minutes)
Mots-clés : : lunette afocale, grossissement

Estimation du diamètre apparent de Jupiter α_J par comparaison avec la Lune

1. Rappeler la définition du grossissement G de la lunette en fonction de α et α'.

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

2. En reprenant le premier paragraphe du DOCUMENT, montrer que : $\alpha_J = \frac{2\alpha_L}{G}$.

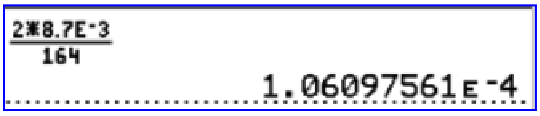
« il voyait Jupiter à travers la lunette deux fois plus gros que la Lune à l'œil nu » : $\alpha'_J = 2\,\alpha_L$

$G = \frac{\alpha'_J}{\alpha_J}$ donc $\alpha_J = \frac{\alpha'_J}{G}$ alors finalement $\alpha_J = \frac{2\alpha_L}{G}$.

Huygens connaissait la valeur du diamètre apparent de la Lune à l'œil nu :
$\alpha_L = 0{,}5° = 8{,}7\times10^{-3}$ rad

3. Montrer que l'on retrouve la valeur du diamètre apparent de Jupiter trouvée dans un premier temps par Huygens.

$\alpha_J = \frac{2\alpha_L}{G}$ et Huygens estimait que $G = 164$.



$$\alpha_J = \frac{2\times 8{,}7\times10^{-3}}{164} = 1{,}1\times10^{-4} \text{ rad}$$

Ce qui correspond bien à la valeur approximative donnée par Huygens $\alpha_J = 10^{-4}$ radian.

Modélisation de la lunette astronomique de Huygens

4. Indiquer où se forme l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB formée par l'objectif. Justifier que l'ensemble des deux lentilles constitue effectivement un système afocal.

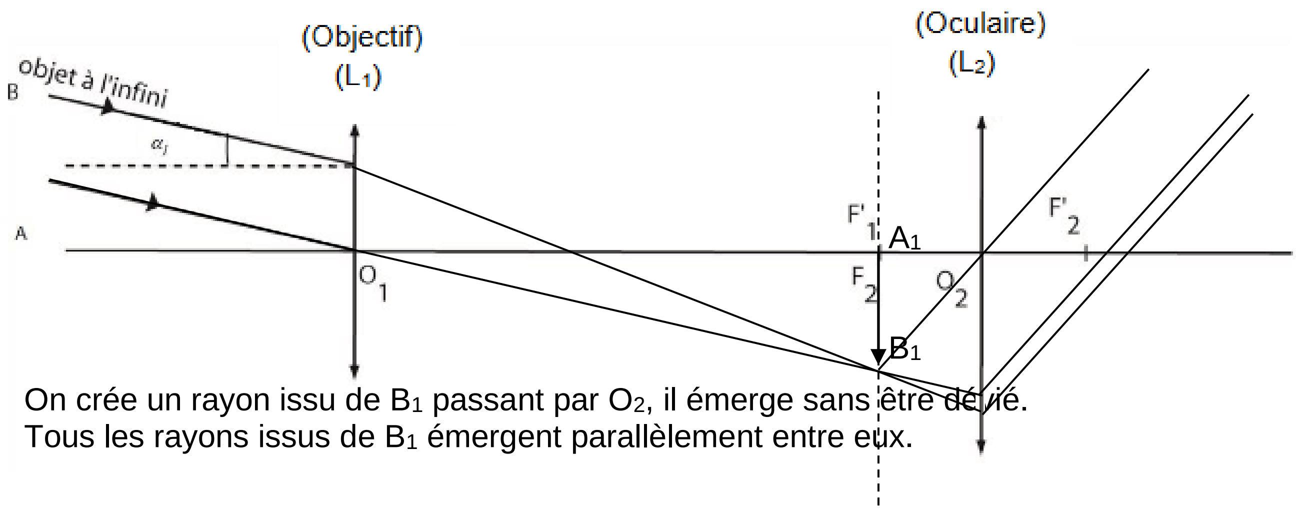
Si l'objet AB est situé à l'infini alors l'image A_1B_1 se forme dans le plan focal image de la lentille L_1, on a A_1 confondu avec F'_1.

A_1B_1 constitue un objet pour l'oculaire L_2, or A_1B_1 étant dans le plan focal objet de L_2 alors son image définitive est rejetée à l'infini.

Cela caractérise un système afocal pour lequel, l'image d'un objet situé à l'infini est située à l'infini.

5. Construire l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB, situé « à l'infini », à travers la lentille L_1.

6. Représenter le faisceau émergent issu de B, situé « à l'infini », délimité par les deux rayons incidents déjà tracés, et traversant l'ensemble de la lunette afocale.



On crée un rayon issu de B_1 passant par O_2, il émerge sans être dévié.
Tous les rayons issus de B_1 émergent parallèlement entre eux.

7. Par définition du grossissement de la lunette : $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$

Dans le triangle $O_1A_1B_1$: $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1A_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_1} \approx \alpha$ (approximation des petits angles).

Dans le triangle $O_2A_1B_1$: $\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2A_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_2} \approx \alpha'$ (approximation des petits angles).

Ainsi, $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{A_1B_1}{f'_2} \times \dfrac{f'_1}{A_1B_1} = \dfrac{f'_1}{f'_2}$.

Application à la lunette de Huygens

8. Expliquer le calcul effectué par Huygens, dans le deuxième paragraphe du DOCUMENT, pour obtenir la valeur de l'angle α_J à partir de la taille de l'image intermédiaire.

$\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{f'_2} \approx \alpha'$

Et $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha_J}$ donc $\alpha_J = \dfrac{\alpha'}{G}$.

$\alpha_J = \dfrac{\dfrac{A_1B_1}{f'_2}}{G} = \dfrac{A_1B_1}{G.f'_2}$

$\alpha_J = \dfrac{2}{164 \times 63}$ = 2×10^{-4} rad

9. Calculer le grossissement de la lunette de Huygens et expliquer pour quelle raison la première détermination de α_J présentée dans le premier paragraphe du DOCUMENT était nécessairement moins précise que celle présentée dans le second paragraphe.

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

$G = \dfrac{10{,}35}{63 \times 10^{-3}}$ = 164

Dans le premier paragraphe, Huygens s'est basé sur une estimation « deux fois plus gros », tandis que dans le second paragraphe il est question d'une mesure forcément plus précise.

Diamètre de Jupiter

La distance Terre-Jupiter était connue à l'époque de Huygens. Cette distance a pour valeur moyenne d = 7,80×10⁸ km.

10. Calculer la valeur *D* du diamètre de Jupiter.

En utilisant le schéma de la Figure 1., on a $\tan\alpha_J = \dfrac{D}{d} \approx \alpha_J$ donc $D = \alpha_J.d$

$D = 2\times10^{-4} \times 7{,}80\times10^{8} = 1{,}56\times10^{5}$ km $= 2\times10^{5}$ km

On arrondit fortement car la valeur du diamètre apparent n'est donnée qu'avec un seul chiffre significatif.