TSPÉ	JUPITER (5 pts)	Exercice

Dans cet exercice, on se propose d'examiner comment il a été possible historiquement de déterminer le diamètre de la planète Jupiter grâce à des observations réalisées avec des lunettes astronomiques.

La distance entre la Terre et Jupiter étant connue, il est possible de déterminer le diamètre D de Jupiter si on connait son diamètre apparent α_J vu à l'œil nu depuis la Terre (Figure 1 ci-dessous).

Le diamètre apparent de Jupiter α_J a été déterminé par le physicien néerlandais Huygens.

DOCUMENT : observations de Jupiter par Huygens en juin 1684.

Christian Huygens (1629-1695)

Dans un premier temps, Huygens raconte qu'avec le grossissement utilisé, il voyait Jupiter à travers la lunette deux fois plus gros qu'il ne voyait la Lune à l'œil nu. Il estimait le grossissement de sa lunette à 164. Le diamètre apparent de la Lune à l'œil nu étant connu, il put estimer que celui de Jupiter était approximativement $\alpha_J = 10^{-4}$ radians.

Une semaine après, il imagina un dispositif permettant de déterminer plus précisément la valeur du diamètre apparent de Jupiter qu'il avait seulement estimée.

Pour cela, Huygens eut l'idée d'insérer dans sa lunette, au niveau de l'image intermédiaire de Jupiter créée par l'objectif, un petit repère lui permettant alors de mesurer la taille de l'image intermédiaire. Il mesura ainsi l'image intermédiaire de Jupiter et trouva 2 millimètres. À partir de cette valeur, il put calculer le diamètre apparent de Jupiter et trouva 2×10^{-4} radians.

Le **diamètre apparent** α d'un objet de diamètre AB = D est défini comme étant l'angle sous lequel il est observé.

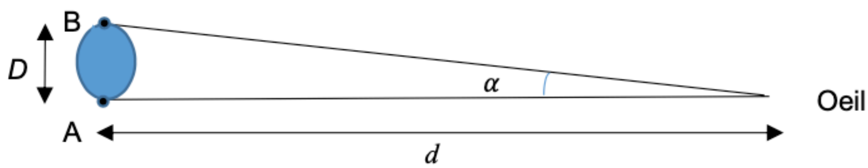

Figure 1.

- Notations : on note α l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu et α' l'angle sous lequel on voit ce même objet à travers la lunette.
- Dans l'ensemble de cet exercice, tous les angles sont petits.
  Pour de tels angles, il est possible d'écrire $\tan \alpha = \alpha$ si α est en radians.

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'.
2. En reprenant le premier paragraphe du **DOCUMENT**, montrer que :

$$\alpha_J = \frac{2\alpha_L}{G}$$

   α_J étant le diamètre apparent de Jupiter, G le grossissement de la lunette et α_L le diamètre apparent de la Lune à l'œil nu.

Huygens connaissait la valeur du diamètre apparent de la Lune à l'œil nu :

$$\alpha_L = 0{,}5° = 8{,}7 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

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

Modélisation de la lunette astronomique de Huygens

Afin de pouvoir exploiter la démarche présentée dans le deuxième paragraphe du **DOCUMENT**, et pour retrouver la valeur du grossissement de la lunette estimée par Huygens, on modélise la lunette astronomique par l'association d'une lentille convergente L_1 de grande distance focale f'_1 appelée objectif et d'une lentille convergente L_2 de petite distance focale f'_2, appelée oculaire.

Les deux lentilles sont placées de telle sorte que le foyer image F'_1 de L_1 coïncide avec le foyer objet F_2 de L_2. **(Voir annexe à rendre avec la copie)**. L'ensemble des deux lentilles constitue un système afocal. Pour un tel système, l'image d'un objet situé à l'infini est située à l'infini.

On considère un objet AB situé « à l'infini », celui-ci représentant la planète Jupiter **(Voir annexe à rendre avec la copie)**.

- Le point A est situé sur l'axe optique. Les rayons qui arrivent de A sont parallèles à l'axe optique.
- Le point B est situé hors axe optique. Les rayons issus de B sont parallèles entre eux et atteignent la lentille avec une inclinaison α_J par rapport à l'axe optique.

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.

Sur la figure donnée **en annexe à rendre avec la copie** :

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.

Le faisceau émergent (en sortie de l'oculaire) est incliné d'un angle α' par rapport à l'axe optique.

7. Par des considérations géométriques, déterminer l'expression du grossissement *G* en fonction des distances focales f_1' et f_2'.

Application à la lunette de Huygens

Les caractéristiques de la lunette de Huygens sont :
- Distance focale de l'objectif f_1' = 10,35 m.
- Distance focale de l'oculaire f_2' = 63 mm.

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.

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.

Diamètre de Jupiter

La distance Terre-Jupiter était connue à l'époque de Huygens. Cette distance a pour valeur moyenne d = 7,80 x 10^8 km.

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

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

(Échelles non respectées)