

**TSPEF PH-CH1 - Spécialité Physique-Chimie**  
**Devoir en classe n°1 - Durée : 1h**  
**Proposition de correction**

<b>L'OBSERVATION DE SATURNE – 20 points</b>
---

**1. Limite de résolution d'une lunette astronomique et pouvoir séparateur de l'œil**

**1.1.** Pour déterminer s'il est possible ou non de profiter du « spectacle exceptionnel » que peut offrir l'observation de la planète Saturne avec ses anneaux à l'œil nu, il faut comparer le plus petit angle apparent sous lequel sont vus deux points objets distincts à l'œil nu, à savoir  $\alpha_{\min} = 2,9 \times 10^{-4}$  rad et l'angle apparent sous lequel le système d'anneaux de Saturne est vu à l'œil nu, c'est-à-dire  $\alpha = 8 \times 10^{-5}$  rad.

Comme  $\alpha < \alpha_{\min}$ , il n'est pas possible d'observer distinctement Saturne et ses anneaux à l'œil nu.

**1.2.** D'après le critère de Rayleigh, la limite de résolution angulaire  $\alpha_{\text{lim}}$  de la lunette commerciale est donnée par  $\alpha_{\text{lim}} = 1,22 \times \frac{\lambda}{D} = 1,22 \times \frac{705 \times 10^{-9}}{70 \times 10^{-3}} = 1,2 \times 10^{-5}$  rad

**1.3.** On constate ici que, pour l'observation de Saturne et de ses anneaux dont l'angle apparent depuis la Terre est de  $8 \times 10^{-5}$  rad,  $\alpha > \alpha_{\text{lim}}$ . D'après le critère de Rayleigh, le phénomène ondulatoire limitant la résolution n'empêche donc pas l'observation de ce Saturne et de ses anneaux avec cette lunette.

**2. Formation de l'image de Saturne et de ses anneaux**

**2.1.** L'objectif  $L_1$  est la lentille située du côté de l'objet (d'où son nom) donc, sur la figure en annexe, c'est la lentille sur laquelle arrive le rayon en provenance de  $B_\infty$ .

L'oculaire  $L_2$  est la lentille située du côté de l'œil (d'où son nom) et correspond à la lentille située à droite sur la figure en annexe.

**2.2.** Le foyer image  $F'_1$  de  $L_1$  et le foyer objet  $F_2$  de  $L_2$  coïncident car la lunette est afocale. Par ailleurs,  $F_2$  doit être le symétrique de  $F'_2$  par rapport à  $O_2$ .

**2.3.** L'image intermédiaire  $A_1B_1$  de l'objet  $A_\infty B_\infty$  donnée par l'objectif s'obtient par l'intersection du rayon issu de  $B_\infty$  passant par  $O_1$  qui n'est pas dévié et du plan focal image de l'objectif (l'objet étant à l'infini).

Le faisceau émergent de la lunette issu de  $B_\infty$  et passant par les bords de l'objectif s'obtient en traçant des rayons parallèles au rayon  $(B_1O_2)$  car  $B_1$  est un point du plan focal objet de l'oculaire.

### 3. Grossissement de la lunette astronomique

**3.1.** L'angle  $\alpha'$  est l'angle entre les rayons sortant de la lunette et l'axe optique.

**3.2.** Dans le triangle  $O_1A_1B_1$  rectangle en  $A_1$ , on a  $\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{O_1A_1} = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

Dans l'approximation des petits angles, on obtient  $\tan \alpha \simeq \alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

Dans le triangle  $O_2A_1B_1$  rectangle en  $A_1$ , on a  $\tan \alpha' = \frac{A_1B_1}{O_2A_1} = \frac{A_1B_1}{O_2F'_2} = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

Dans l'approximation des petits angles, on obtient  $\tan \alpha' \simeq \alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

On exprime alors le grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$

**3.3.** Si l'observateur utilise l'oculaire de distance focale 20 mm, il obtient un grossissement tel que  $G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{900}{20} = 45$ , valeur conforme à la notice commerciale qui indique « 45x » pour l'un des deux grossissements possibles avec cette lunette.

**3.4.** Grâce à la valeur du grossissement, on peut calculer l'angle  $\alpha'$  sous lequel le système d'anneaux de Saturne est vu depuis la Terre à travers la lunette astronomique :

$$\alpha' = G \times \alpha = 45 \times 8 \times 10^{-5} = 3,6 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

Cette valeur est supérieure à l'angle minimal sous lequel l'œil peut distinguer deux points objet très proches, à savoir  $2,9 \times 10^{-4}$  rad.

On en déduit qu'il est possible d'observer le système d'anneaux de Saturne à l'aide de cette lunette.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE (même non complétée)

Modélisation de la lunette astronomique

