

Observer Jupiter avec une lunette d'initiation

Terminale spécialité Physique-Chimie · La lunette astronomique

1. Disque de Jupiter à l'œil nu

Le diamètre apparent vaut $\alpha = 1,9 \times 10^{-4}$ rad. Cette valeur est inférieure à $3,0 \times 10^{-4}$ rad : le disque de Jupiter n'est donc pas distingué à l'œil nu et la planète apparaît ponctuelle.

2. Position du foyer F_2

Pour que l'image finale soit à l'infini, l'image intermédiaire doit se trouver dans le plan focal objet de l'oculaire. On place donc F_2 sur F'_1 : $F'_1 = F_2$.

3. Construction de la lunette afocale

Les rayons issus de B_∞ sont parallèles. On trace donc par O_1 une parallèle au rayon fourni ; non déviée, elle coupe le plan focal commun en B_1 . Tous les rayons incidents convergent en ce point. Après l'oculaire, le rayon B_1O_2 fixe la direction du faisceau émergent ; les autres rayons ressortent parallèles. L'image finale est à l'infini.

4. Angles d'observation

L'angle α est repéré entre l'axe et le faisceau incident ; α' , entre l'axe et le faisceau émergent. L'image étant renversée, les deux angles orientés sont de signes opposés.

5. Grossissement

Dans l'approximation des petits angles :

$$\alpha \simeq \frac{A_1 B_1}{f'_1}, \quad |\alpha'| \simeq \frac{A_1 B_1}{f'_2} \quad \Rightarrow \quad |G| = \left| \frac{\alpha'}{\alpha} \right| = \frac{f'_1}{f'_2}.$$

Le grossissement est sans unité. Avec des angles orientés, on obtient $G = -f'_1/f'_2$: le signe traduit le renversement de l'image.

6. Choix de l'oculaire

Pour les trois oculaires :

$$G_{20} = \frac{900}{20} = 45, \quad G_{10} = \frac{900}{10} = 90, \quad G_6 = \frac{900}{6,0} = 150.$$

Le grossissement maximal est obtenu avec l'oculaire de 6,0 mm : $G = 150 < 165$. Cet oculaire est donc retenu et l'angle apparent devient :

$$|\alpha'| = |G|\alpha = 150 \times 1,9 \times 10^{-4} = 2,9 \times 10^{-2} \text{ rad.}$$

7. Le choix automatisé

a. Les deux lignes à écrire

La question 5 a établi $|G| = f'_1/f'_2$, puis $|\alpha'| = |G| \alpha$:

$$G = f_1 / f_2$$

$$\alpha_{\text{prime}} = G * \alpha$$

Les deux lignes conservent leur indentation de quatre espaces : elles appartiennent au bloc de la boucle et doivent être recalculées pour chaque oculaire. Deux erreurs à éviter : écrire f_2 / f_1 , qui donnerait un grossissement inférieur à 1, et α / G , qui inverserait la relation angulaire. Les focales sont toutes deux en millimètres : le rapport est sans unité, et aucune conversion n'est nécessaire.

b. Les valeurs affichées

La boucle balaie les trois focales. Les trois grossissements 45, 90 et 150 respectent tous la limite $G_{\text{max}} = 165$, et l'angle apparent croît avec le grossissement : c'est donc le dernier essai qui l'emporte. Le script affiche :

6,0 mm et $2,9 \times 10^{-2}$ rad,
--

ce qui reproduit la conclusion de la question 6.

c. L'oculaire de 4,0 mm

Cet oculaire donnerait :

$$G = \frac{900}{4,0} = 225 > 165.$$

La première partie de la condition, $G \leq G_{\text{max}}$, est alors fausse : la variable meilleur n'est pas mise à jour et le script **affiche toujours** 6,0 mm **et** $2,9 \times 10^{-2}$ rad.

C'est le sens physique du grossissement utile maximal annoncé par le constructeur. Au-delà, l'image apparente continue de grandir — l'angle atteindrait $4,4 \times 10^{-2}$ rad — mais sans révéler de détail supplémentaire exploitable. On parle de **grossissement à vide** : l'observateur ne voit qu'une tache plus grande, plus sombre et plus floue.

8. Taille du plus petit détail visible

Dans le modèle simplifié demandé, on ne tient compte que de la limite angulaire de l'œil. Avec l'oculaire de 6,0 mm, le grossissement vaut $G = 150$. Pour être distingué par l'œil, un détail doit être vu sous un angle apparent au moins égal à la limite $\varepsilon = 3,0 \times 10^{-4}$ rad. Son angle réel minimal $\beta_{\min}$ vérifie donc

$$G\beta_{\min} = \varepsilon \quad \Rightarrow \quad \beta_{\min} = \frac{\varepsilon}{G} = 2,0 \times 10^{-6} \text{ rad.}$$

Dans l'approximation des petits angles, le diamètre $2R_J$ de Jupiter et un détail de taille ℓ vérifient, à la même distance d :

$$\alpha \simeq \frac{2R_J}{d}, \quad \beta_{\min} \simeq \frac{\ell_{\min}}{d}.$$

On élimine d :

$$\ell_{\min} = 2R_J \frac{\beta_{\min}}{\alpha} = \frac{2R_J \varepsilon}{G\alpha} = \frac{2 \times 7,1 \times 10^7 \times 3,0 \times 10^{-4}}{150 \times 1,9 \times 10^{-4}} \simeq 1,5 \times 10^6 \text{ m.}$$

Ainsi, dans le modèle de l'exercice :

$\ell_{\min} \simeq 1,5 \times 10^3 \text{ km.}$