

EXERCICE 3 – Lunette astronomique et observation de Mars

Un astronome amateur vient d'acquérir une lunette astronomique avec l'intention d'observer la calotte polaire Nord de la planète Mars.

Cette lunette est dotée d'un objectif de distance focale 910 mm et d'un oculaire de distance focale 20 mm.

L'objectif de cet exercice est de déterminer la distance maximale Terre- Mars pour pouvoir observer cette calotte polaire à travers la lunette.

La lunette astronomique étudiée est afocale. Elle est modélisée sur un banc optique par deux lentilles minces convergentes L_1 et L_2 (voir figure en Annexe) placées de telle sorte que le foyer image F'_1 de la lentille L_1 coïncide avec le foyer objet F_2 de la lentille L_2 .

On cherche à former l'image à travers la lunette d'un objet $A_\infty B_\infty$ situé à l'infini. Le point A_∞ est sur l'axe optique, le point B_∞ est hors axe optique.

- Les rayons issus de A_∞ arrivent sur la lunette parallèlement à l'axe optique ;
- Les rayons issus de B_∞ arrivent sur la lunette parallèles entre eux, avec une inclinaison α par rapport à l'axe optique.

L'angle α est l'angle sous lequel est vu l'objet $A_\infty B_\infty$ à l'œil nu. L'angle α est donc l'angle entre les rayons issus de A_∞ et les rayons issus de B_∞ . On note α' l'angle sous lequel on voit l'image $A'B'$ de l'objet $A_\infty B_\infty$ à travers la lunette.

Données.

- Pouvoir séparateur de l'œil humain : pour pouvoir distinguer deux points A et B, l'angle θ sous lequel un œil humain les observe doit être supérieur à l'angle $\theta_0 = 2,7 \times 10^{-4}$ rad



- Pour un angle θ petit, $\tan \theta = \theta$ où l'angle θ est exprimé en radians ;
 - Une lunette est dite afocale si elle forme une image à l'infini d'un objet situé à l'infini ;
 - L'unité astronomique UA est une unité de distance qui correspond à la distance moyenne Soleil-Terre
1 UA = 150 millions de km soit $1,5 \times 10^{11}$ m ;
 - Distance moyenne Soleil-Mars : 1,5 UA.
1. Compléter les cadrans 1 et 2 sur le schéma en ANNEXE en indiquant les noms spécifiques donnés aux lentilles L_1 et L_2 .
 2. Sur le schéma donné en Annexe, représenter le faisceau émergent issu du point A_∞ délimité par les rayons 1 et 2 et traversant la lunette.
 3. Sur le schéma donné en Annexe, représenter de même le faisceau émergent issu du point B_∞ délimité par les rayons 3 et 4 en traversant la lunette.
 4. Sur le schéma donné en Annexe, faire apparaître l'angle α' sous lequel est vue l'image de l'objet à l'infini à travers la lunette ainsi que l'image intermédiaire $A_1 B_1$.
 5. Justifier le terme « afocale » pour caractériser cette lunette
 6. Rappeler la définition du grossissement G de la lunette faisant intervenir α et α' .
 7. Montrer que le grossissement de la lunette afocale pour se mettre sous la forme

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

8. On note α_{\min} la valeur minimale que doit avoir l'angle α pour que l'objet soit observable par un œil humain à l'aide de cette lunette.

Déterminer l'expression de α_{\min} en fonction de f'_1 , f'_2 et θ_0 .

Vérifier que, pour la lunette de l'astronome amateur, $\alpha_{\min} = 5,9 \times 10^{-6}$ rad.

9. Sachant que la taille de la calotte Nord de Mars a un diamètre d d'environ 10^3 km, donner une estimation en km, de la distance maximale D entre Mars et la Terre permettant d'observer cette calotte polaire''''



10. La distance Terre-Mars n'est pas constante. Elle varie au cours du temps entre 0,5 et 2,5 UA.

Compte tenu de la valeur de D trouvée à la question 9, préciser si l'astronome amateur pourra finalement observer la calotte polaire Nord de Mars avec sa lunette.

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

1.

2.

