EXERCICE III - LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR (4 points)
Polynésie 2008

Quel astronome amateur n'a pas été émerveillé de voir la première fois Saturne et ses anneaux dans sa lunette astronomique qu'il venait de construire avec simplement deux lentilles et deux tubes en carton ?

Cet exercice traite d'une lunette astronomique construite avec deux lentilles dont les caractéristiques indiquées par le constructeur sont les suivantes :

- *Objectif L_1 : Diamètre : $D_1 = 40$ mm*
  Distance focale : $f_1' = 1{,}15$ m
- *Oculaire L_2 : Diamètre : $D_2 = 15$ mm*
  Distance focale : $f_2' = 25$ mm

On rappelle la relation de conjugaison appliquée à une lentille mince de centre optique O, de distance focale f ', donnant d'un point A situé sur l'axe optique une image A' :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

1. Vérification des distances focales

L'astronome amateur veut d'abord vérifier les valeurs des distances focales indiquées par le constructeur.

1.1. Avec l'objectif, il cherche l'image du Soleil sur un écran. Quand il obtient une image nette, petite et très lumineuse, il mesure la distance séparant l'objectif de l'écran. Quelle doit être normalement cette valeur ? Justifier.

1.2. La méthode précédente ne lui semble pas suffisamment précise pour vérifier la valeur très petite de f_2', aussi préfère-t-il utiliser une autre méthode, dite de Silbermann, dans son laboratoire. Il place un objet AB au zéro d'un banc d'optique et perpendiculaire à celui-ci. Il déplace l'oculaire et un écran de manière à obtenir une image **A'B' renversée et de même grandeur que l'objet AB**. Les points A et A' sont sur l'axe optique de l'oculaire. Il mesure une distance AA' = 10,0 cm.

1.2.1. Faire la construction graphique correspondant à l'expérience. Tracer deux rayons remarquables issus de B permettant d'obtenir l'image B' et placer les foyers F_2 et F'_2 de l'oculaire.

1.2.2. À partir de ce schéma, trouver la relation entre f_2' et la distance AA' *(aucune démonstration n'est demandée).* La valeur de f_2' trouvée est-elle conforme à l'indication du constructeur ?

2. Grossissement de la lunette

L'astronome amateur utilise sa lunette dans les meilleures conditions d'observations. Le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire sont alors confondus : la lunette est afocale. Il observe un objet AB considéré à l'infini et perpendiculaire à l'axe optique en A. Le diamètre apparent de l'objet est noté α. Le schéma en annexe (**à rendre avec la copie**) reproduit la situation sans souci d'échelle.

2.1. Construire sur l'annexe l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif L_1.

2.2. Où se forme l'image définitive A'B' donnée par la lunette ? Justifier la réponse.

2.3. Tracer le rayon émergent de l'oculaire correspondant au rayon incident issu de B et passant par le centre optique O_1 de l'objectif en laissant la construction apparente.

2.4. Le grossissement de la lunette est donné par l'expression :

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

α' étant l'angle sous lequel on voit l'image A'B' dans l'instrument.

Les angles α et α' étant petits et exprimés en radians, on pourra écrire : $\tan \alpha = \alpha$ et $\tan \alpha' = \alpha'$.

Indiquer α' sur le schéma en annexe et trouver, par des considérations géométriques, le grossissement G en fonction des distances focales f_2' et f_1', puis calculer sa valeur numérique.

2.5. Le grossissement précédent est bien adapté à l'observation de la Lune ou des anneaux de Saturne. Pour observer le ciel profond (galaxies, nébuleuses...), l'astronome utilise un grossissement inférieur. Pour cela, sans changer d'objectif, utilise-t-il un oculaire de distance focale supérieure ou inférieure à 25 mm ? Justifier la réponse.

3. Cercle oculaire

3.1. Donner la définition du cercle oculaire.

3.2. On se place toujours dans le cas d'une lunette afocale. Construire le cercle oculaire sur le schéma donné en annexe (**à rendre avec la copie**).

3.3. Calculer la valeur d du diamètre du cercle oculaire.

3.4. Où l'astronome doit-il placer son œil et quel doit être le diamètre de sa pupille pour recevoir le maximum de lumière ?

EXERCICE III. LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

