Mars 2005 Nouvelle Calédonie EXERCICE I. LA LUNETTE DE KEPLER (4 points)

L'importance des observations réalisées par Galilée à l'aide de la lunette conduit Kepler à rédiger, en 1610, le premier traité moderne d'optique, le Dioptricae.
Le point central du Dioptricae est l'étude des phénomènes liés aux lentilles. À l'aide de l'optique géométrique, Kepler explique comment on agrandit ou réduit une image grâce à un choix judicieux de lentilles. Il décrit la lunette galiléenne mais propose un nouveau montage utilisant deux lentilles convergentes.

Une lunette de Kepler, appelée aussi lunette astronomique est constituée de deux lentilles minces convergentes, d'axe optique commun (Δ). Une modélisation de cette lunette est constituée de la manière suivante :

- *l'objectif (L_1) est une lentille convergente de distance focale $f_1' = 250$ mm, de diamètre $D = 25$ mm, de centre optique O_1 ;*
- *l'oculaire (L_2) est une lentille de distance focale $f_2' = 50$ mm, de centre optique O_2.*

1. Schéma de la lunette

Compléter le schéma n°1 reproduit à l'échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe horizontal, de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** en plaçant la lentille (L_2) de telle façon que le foyer objet F_2 de l'oculaire coïncide avec le foyer image F'_1 de l'objectif.

2. Images et grossissement

L'astre observé est à l'infini, son diamètre AB est perpendiculaire à l'axe optique en A. Tous les rayons issus de B sont parallèles entre eux et font avec l'axe optique un angle θ qui est le diamètre apparent de l'astre. Un des rayons issu de B est représenté sur les schémas de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.**

2.1. *L'objectif (L_1) donne, de l'astre observé, une image A_1B_1.*
Sur le schéma n°1 de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, construire l'image A_1B_1 en justifiant la méthode choisie.

2.2. Où se forme l'image définitive A_2B_2 donnée par l'oculaire (L_2) ? Justifier la réponse.

2.3. Compléter la figure en traçant le rayon émergeant de la lunette correspondant au rayon incident tracé issu de B. Justifier les tracés nécessaires à cette construction.

2.4. *On appelle grossissement G d'un instrument d'optique le rapport* $G = \frac{\theta'}{\theta}$.

θ' est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument.
θ est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu.
Pour les angles petits et exprimés en radians, $\tan\theta \approx \theta$
Après avoir indiqué θ' sur le schéma n°1 de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, montrer que, pour la lunette de Kepler modélisée à la question 1, le grossissement a pour expression $G = \frac{f'_1}{f'_2}$.
En déduire la valeur du grossissement de cette lunette.

2.5. *L'expérience montre que les plus belles images du ciel s'obtiennent avec des grossissements dont la valeur est inférieure à un nombre N. Ce nombre est identique à la valeur du diamètre D de l'objectif, exprimé en millimètre, soit ici 25. L'idéal pour l'instrument étudié ici est de disposer d'une gamme d'oculaires permettant des grossissements de $\frac{N}{7}$ à N. À partir d'un grossissement égal à N les images paraissent floues à l'œil humain.*
Déterminer pour l'instrument étudié, les deux valeurs extrêmes de f_2' correspondant à ces grossissements.

3. Cercle oculaire

3.1. Définir le cercle oculaire

3.2. Sur le schéma n°2 de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, construire le cercle oculaire. Quel est son intérêt pratique ?

4. Nouvelle image et grandissement

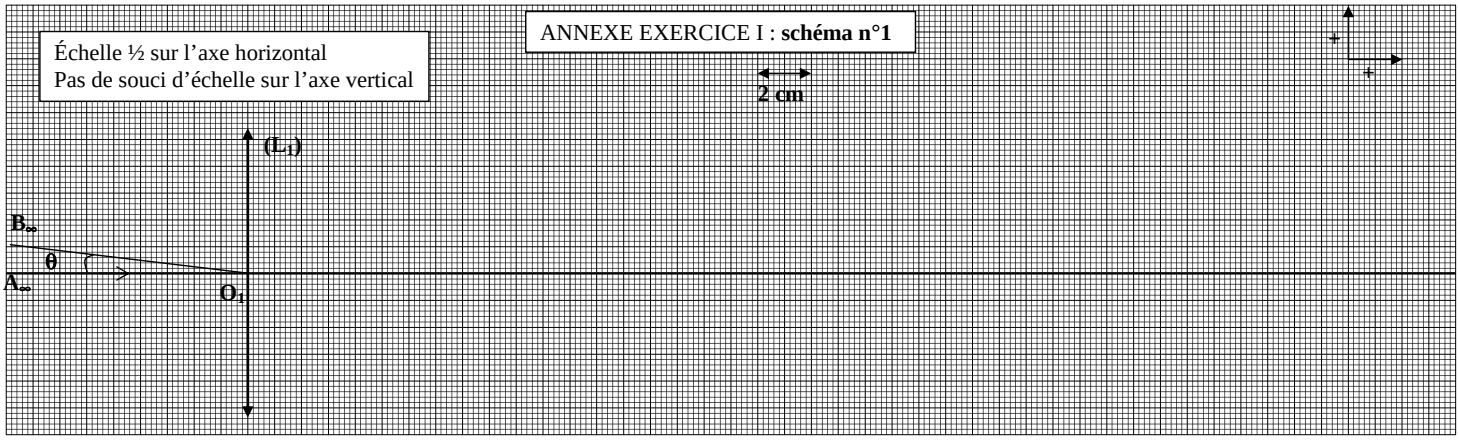
On approche l'oculaire de 5 mm vers l'objectif.

4.1. Déterminer, par le calcul, la position de l'image définitive A_3B_3.

4.2. Calculer le grandissement γ de l'oculaire dans ce cas.

ANNEXE EXERCICE I : **schéma n°1**

Échelle ½ sur l'axe horizontal
Pas de souci d'échelle sur l'axe vertical



ANNEXE EXERCICE I : **schéma n°2**

Échelle ½ sur l'axe horizontal
Pas de souci d'échelle sur l'axe vertical

