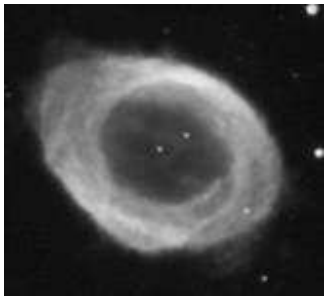
EXERCICE I. VISIBILITÉ D'UNE NÉBULEUSE ANNULAIRE (4 points)

BAC S ASIE 2010 CALCULATRICE INTERDITE

L'observatoire du Harvard College aux États-Unis, s'est doté en 1847 d'une lunette dont l'objectif a un diamètre de 38 cm. Il s'agissait d'un instrument remarquable pour l'époque au point de rester célèbre sous le nom de « Grand réfracteur ». Cet instrument a permis de réaliser la première photographie d'une étoile en 1850 : l'astronome W. C. BOND a réalisé des daguerréotypes de l'étoile Véga dans la constellation de la Lyre.

D'après *Astronomie* aux éditions Atlas.

Située près de la constellation de la Lyre, la nébuleuse annulaire de la Lyre (nommée M57) est le prototype des nébuleuses planétaires. Elle s'est formée il y a environ 20 000 ans à partir d'une étoile qui, en explosant, a libéré des gaz ayant une structure que l'on assimilera à un anneau circulaire (photographie ci-dessous).



L'exercice propose de déterminer le diamètre apparent de cette ***nébuleuse que l'on désignera par M57*** *dans le texte, observée avec la lunette de l'observatoire de Harvard.*
Pour cela, on négligera le phénomène de diffraction qui intervient dans l'utilisation d'une lunette.
On rappelle qu'une lunette est dite afocale lorsque le foyer image de l'objectif et le foyer objet de l'oculaire sont confondus.

- Pour les angles petits et exprimés en radians : $\tan \alpha \approx \alpha$
- On prendra comme valeur de l'année de lumière : 1 a.l. = $1{,}00 \times 10^{13}$ km.

La lunette de l'observatoire de Harvard sera modélisée par un système de deux lentilles minces L_1 et L_2 (voir ***schémas DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE) :***

- ❖ *L'objectif (L_1) est une lentille convergente de centre optique O_1, de diamètre 38,0 cm et de distance focale $f'_1 = 6{,}80$ m.*
- ❖ *L'oculaire (L_2) est une lentille convergente de centre optique O_2 et de distance focale $f'_2 = 4{,}0$ cm.*

1. *La distance entre les centres optiques des deux lentilles est de 6,84 m.*

1.1. Montrer que cette lunette est afocale.

1.2. *Sur le* ***schéma 1 EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE****, réalisé sans soucis d'échelle, on a représenté les deux lentilles et la position du foyer image F'_1 de l'objectif L_1.*

Sur ce schéma, placer les foyers F_2 et F'_2 de l'oculaire dans le cas d'une lunette afocale.

2. *La nébuleuse M 57, supposée à l'infini, est représentée sur le* ***schéma 1 DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE*** *par $A_\infty B_\infty$ (A_∞ étant sur l'axe optique). Un rayon lumineux issu de B_∞ est également représenté.*

2.1. Construire, sur le **schéma 1** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, l'image A_1B_1 de l'objet $A_\infty B_\infty$, donnée par l'objectif.

2.2. *On désigne par α le diamètre apparent de la nébuleuse M 57, α est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu.*
Quelle est, en fonction de f'_1 et A_1B_1, l'expression du diamètre apparent α ?

3. *L'oculaire L_2 permet d'obtenir une définitive A'B' de la nébuleuse M 57.*

3.1. La lunette étant afocale, où sera située l'image A'B' ? Justifier la réponse.

3.2. Construire, sur le **schéma 1** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, la marche d'un rayon lumineux issu de B_1 permettant de trouver la direction de B'.

4. *On désigne par α' le diamètre apparent de l'image A'B' vue à travers la lunette, α' est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par l'instrument.*

4.1. Exprimer le diamètre apparent α' en fonction de f'_2 et A_1B_1.

4.2. *On appelle grossissement G d'un instrument d'optique le rapport* $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$.

Déduire des questions précédentes l'expression du grossissement G de la lunette de l'observatoire de Harvard, puis sa valeur numérique.

5. Application.
La nébuleuse M 57, située à la distance $L \approx 2600$ a.l. de la Terre a un diamètre D :

$$D = A_\infty B_\infty = 1{,}3 \times 10^{13} \text{ km.}$$

5.1. *Sachant que l'œil voit comme un point tout objet de diamètre apparent inférieur à $3{,}0 \times 10^{-4}$ rad,* montrer qu'il peut théoriquement distinguer les points A_∞ et B_∞.

5.2. *En réalité, la nébuleuse M57 n'est pas observable à l'œil nu, mais, à travers la lunette, elle devient faiblement visible.*
Proposer une explication.
Quel est, à votre avis, l'intérêt d'utiliser pour les observations, des lunettes (et actuellement des télescopes) qui ont un objectif de diamètre est de plus en plus grand ?

5.3. Calculer le diamètre apparent de cette nébuleuse vue à travers la lunette de l'observatoire de Harvard.

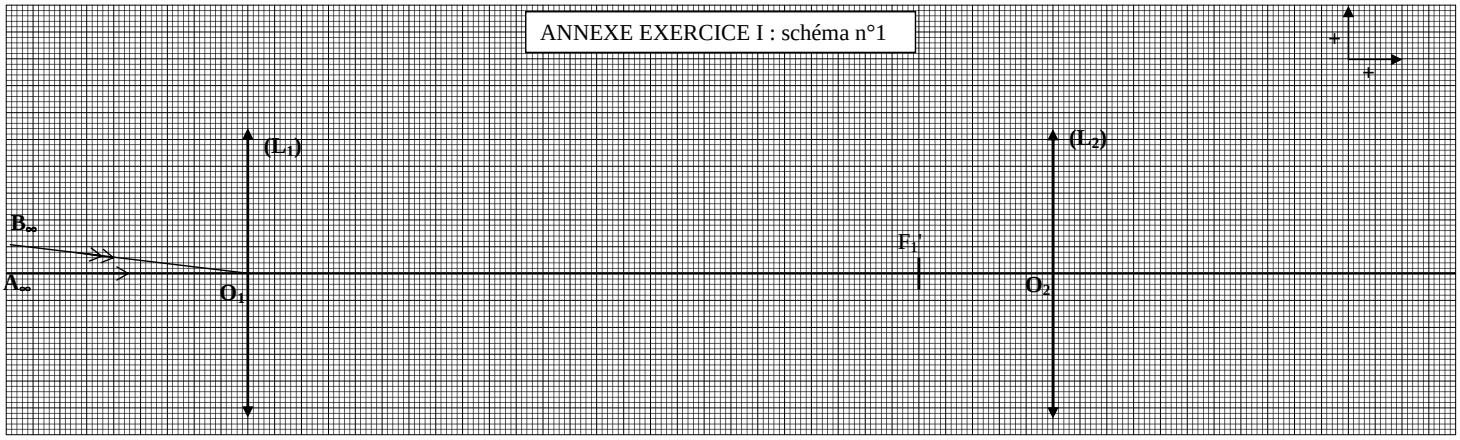
6. Position de l'œil.
Lors d'une observation, on place l'œil derrière l'oculaire dans une zone appelée « cercle oculaire ».

6.1. Définir le cercle oculaire.

6.2. Pourquoi est-il indiqué de placer l'œil à cet endroit ?

6.3. Construire, sur le **schéma 2** ***EN ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE***, le cercle oculaire.

ANNEXE EXERCICE I : schéma n°1



ANNEXE EXERCICE I : schéma n°2

