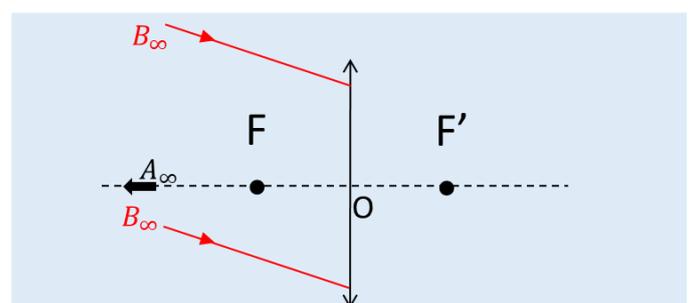
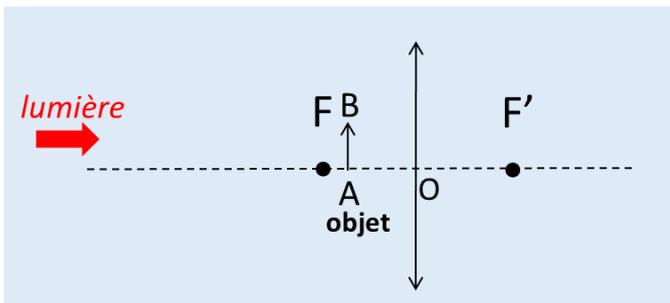
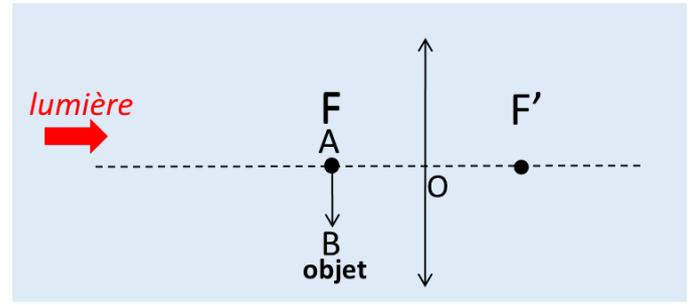
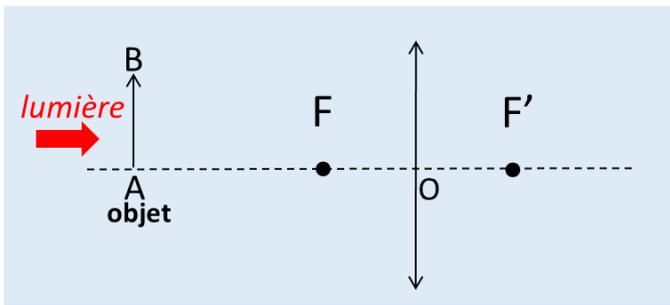


EXERCICES. LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

Exercice 1. Construction de l'image

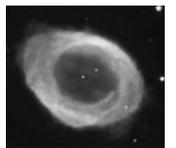
Construire l'image de l'objet donnée par la lentille dans chacune des situations suivantes :



Exercice 2. Visibilité d'une nébuleuse annulaire

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. 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.

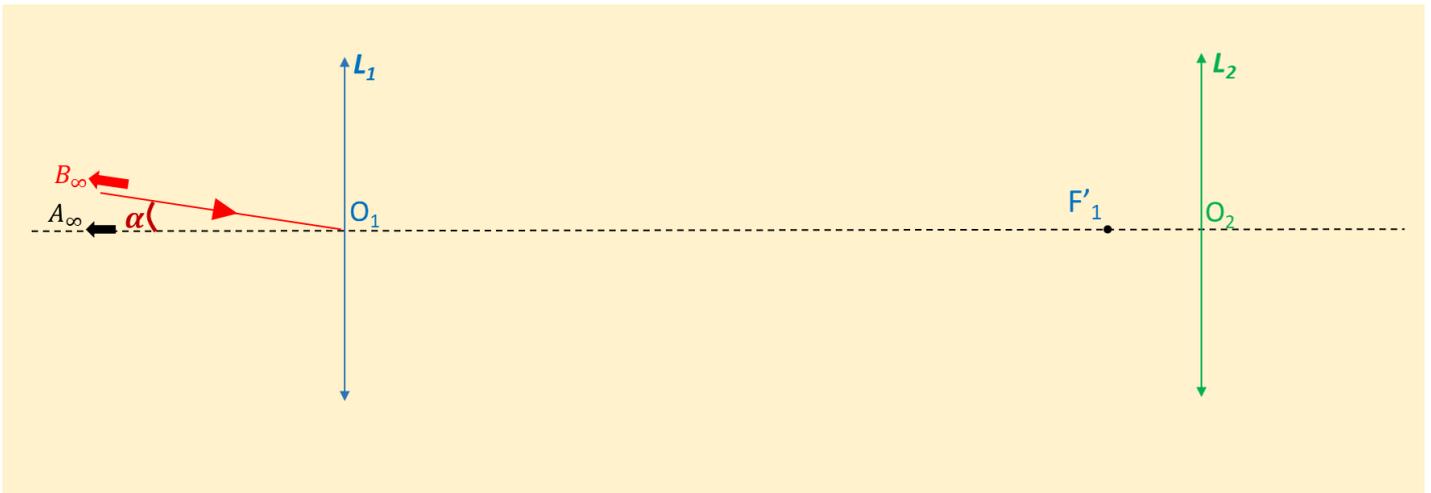
Données :

- « diamètre » apparent d'un astre : angle sous lequel il est vu
- une année lumière : 1 al = $1,00 \times 10^{13}$ km

La lunette de l'observatoire de Harvard sera modélisée par un système de deux lentilles minces L_1 et L_2 :

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

- schéma réalisé sans soucis d'échelle :



1. Montrer que la lunette modélisée est afocale.
2. Compléter le schéma de la lunette afocale en plaçant les foyers objet F_2 et image F'_2 de l'oculaire.

La nébuleuse M 57, supposée à l'infini, est représentée sur le schéma par $A_\infty B_\infty$. Le rayon lumineux issu de B_∞ et passant par O_1 est aussi représenté. L'angle α est le « diamètre » apparent de la nébuleuse à l'œil nu.

3. Justifier que l'image de la nébuleuse donnée par l'objectif, notée $A_1 B_1$, se forme dans le plan focal image de l'objectif. Construire $A_1 B_1$.
4. Exprimer α en fonction de f'_1 et $A_1 B_1$.

$A_1 B_1$ sert d'objet pour l'oculaire et l'œil placé derrière l'oculaire voit l'image définitive $A' B'$ de M57.

5. Quel rôle joue l'oculaire ? Comment qualifie-t-on l'image $A' B'$ que seul l'œil peut voir ?
6. Où est située l'image $A' B'$? Justifier.
7. Poursuivre, sur le schéma, la marche du rayon lumineux issu de B_1 et permettant de trouver la direction de B' .
8. Représenter l'angle α' qui est le « diamètre » apparent de l'image $A' B'$ vue à travers la lunette. Exprimer α' en fonction de f'_2 et $A_1 B_1$.
9. Exprimer le grossissement de la lunette afocale $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ en fonction de f'_1 et f'_2 . Calculer sa valeur.

La nébuleuse M 57, située à environ 2600 années-lumière, a un diamètre de $1,3 \times 10^{13} \text{ km}$.

10. Sachant que l'œil ne peut pas distinguer deux points si l'angle sous lequel ils sont vus est inférieur à $3,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$, la nébuleuse peut-elle être vue à l'œil nu en théorie ?
11. En réalité, la nébuleuse M57 n'est pas observable à l'œil nu, mais, à travers la lunette, elle est alors faiblement visible. Proposer une explication.
12. Calculer le diamètre apparent de la nébuleuse vue à travers la lunette.
13. Tracer la marche des trois rayons lumineux à travers la lunette :

