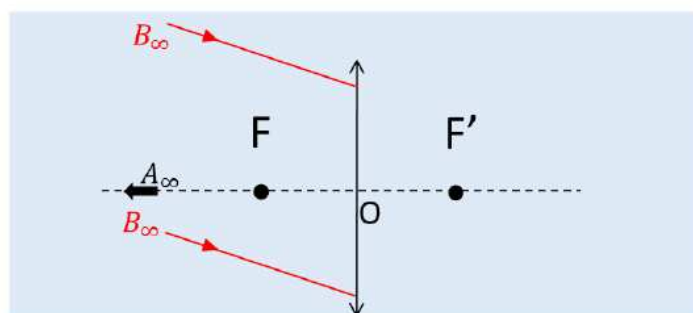
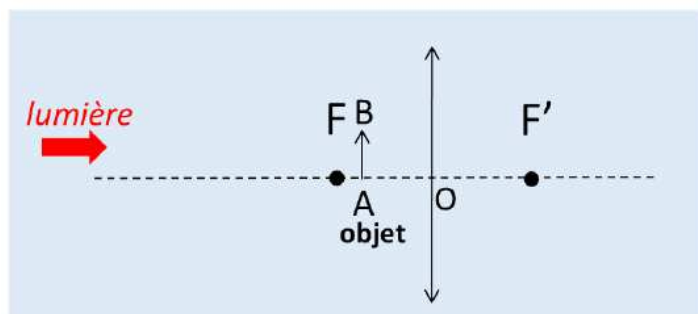
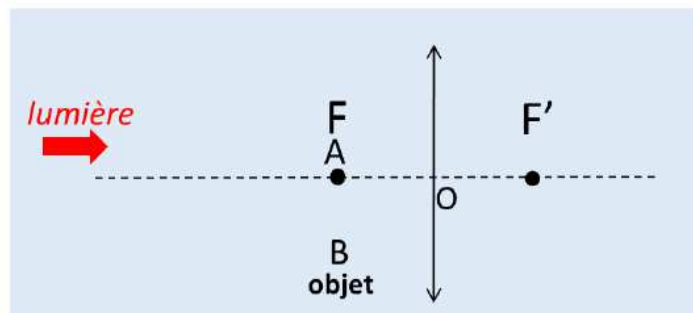
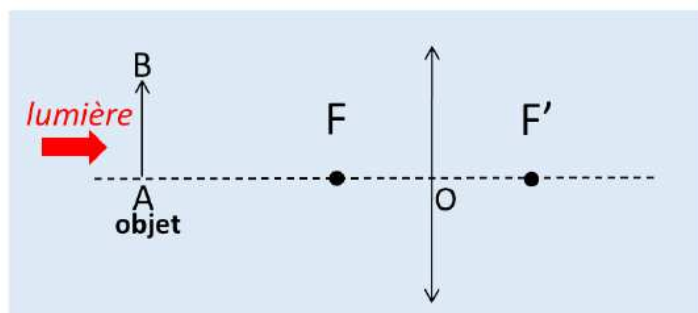


EXERCICES. LA LUNETTE ASTRONOMIQUE

Exercice 1. Construction de l'image

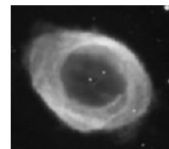
Construire l'image de l'objet donnée par la lentille dans chacune des situations suivantes :



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.

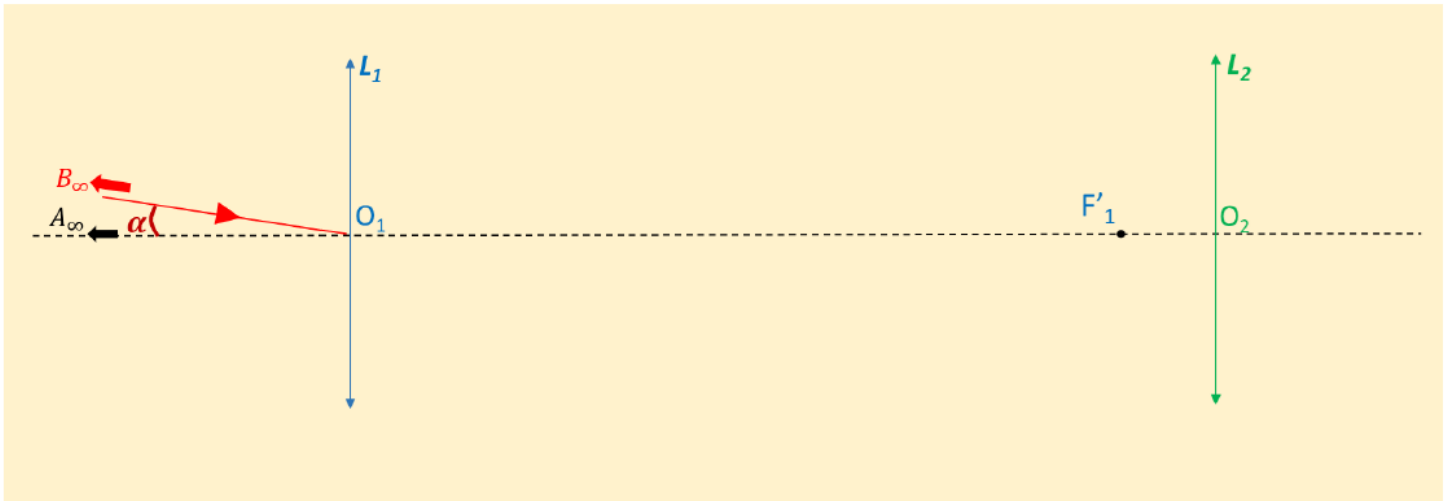
Données :

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

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 $f'_1 = 6,80 \text{ m}$.
- L'oculaire (L_2) est une lentille convergente de centre optique O_2 et de distance focale $f'_2 = 4,0 \text{ cm}$.
- 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.

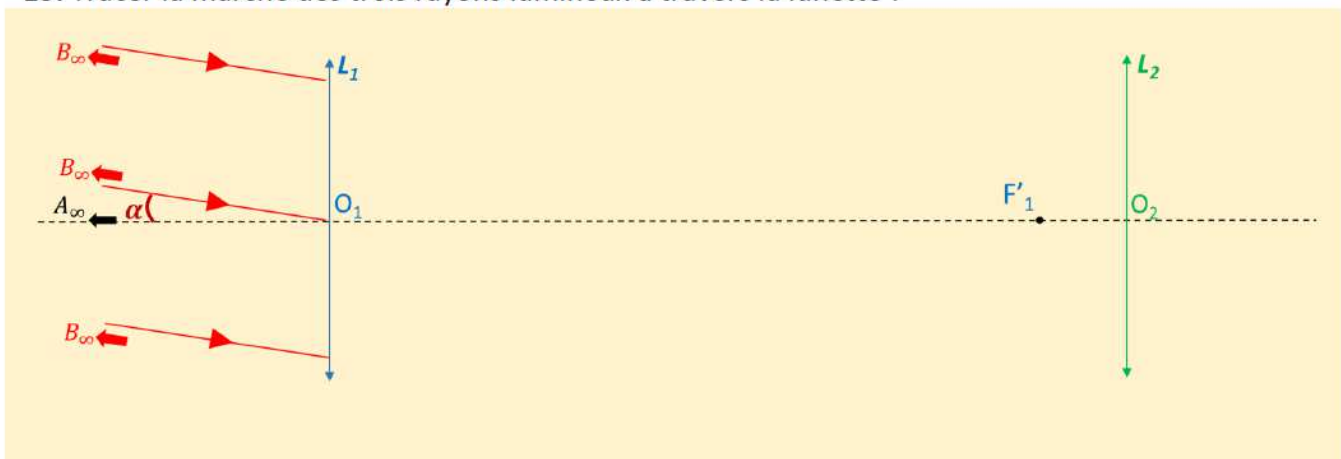
3. Justifier que l'image de la nébuleuse donnée par l'objectif, notée $A_1 B_1$, se forme dans le plan focal image de l'objectif. Construire $A_1 B_1$.
4. Exprimer α en fonction de f'_1 et $A_1 B_1$.

$A_1 B_1$ 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.

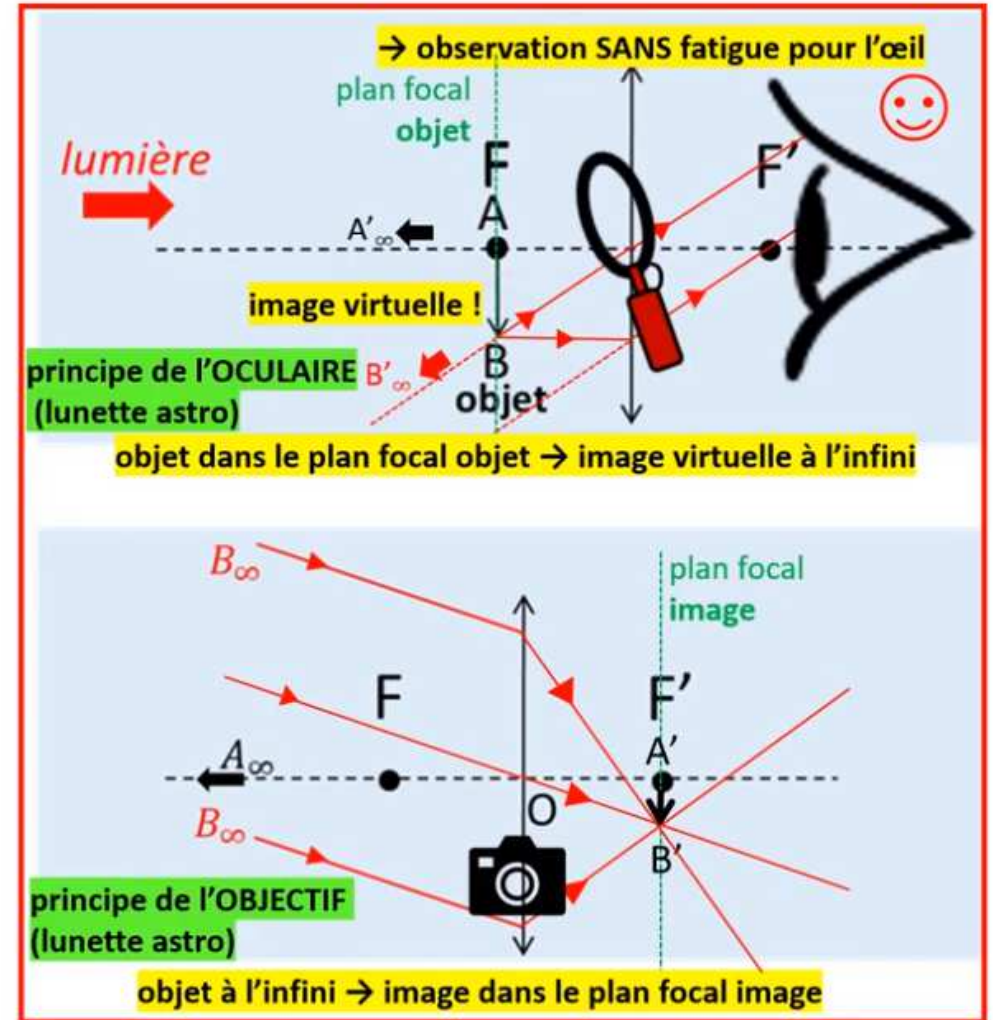
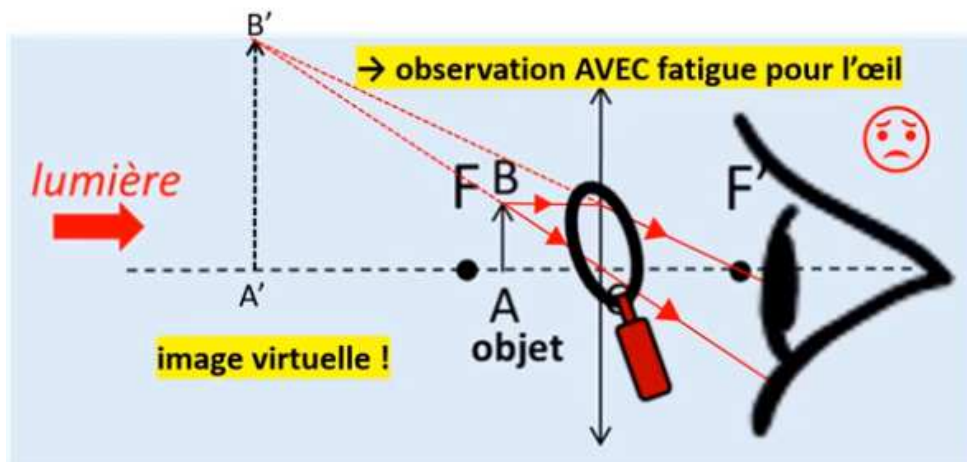
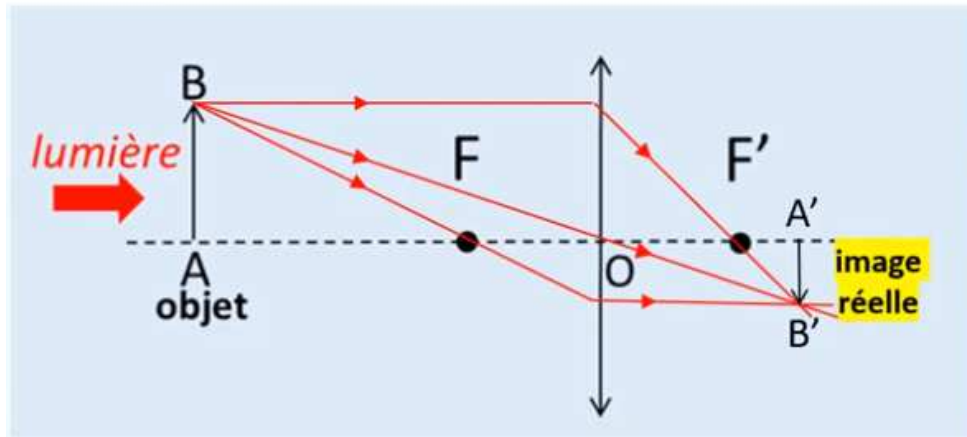
La nébuleuse M 57, située à environ 2600 années-lumière, a un diamètre de $1,3 \times 10^{13} \text{ km}$.

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 :



Exercice. Construction de l'image

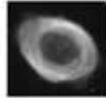
Construire l'image de l'objet donnée par la lentille dans chacune des situations suivantes :



Exercice. 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).



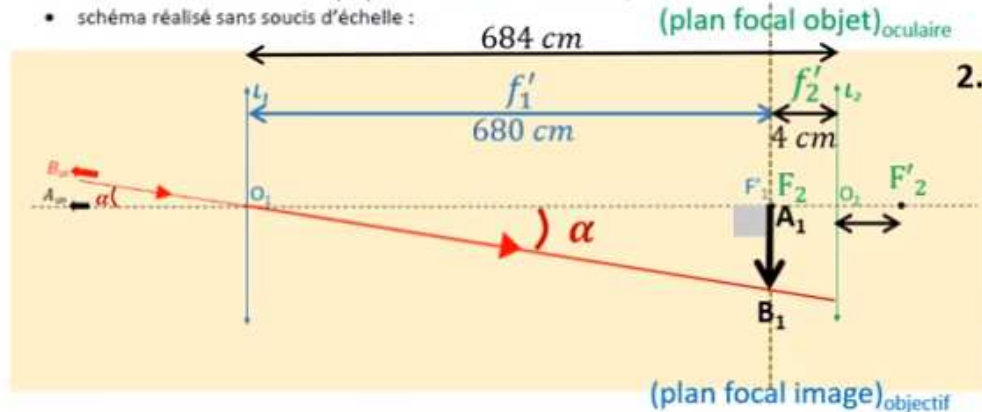
L'exercice propose de déterminer le « diamètre » apparent de cette nébuleuse que l'on désignera par M57 dans le texte, observée avec la lunette de l'observatoire de Harvard. Pour cela, on négligera le phénomène de diffraction qui intervient dans l'utilisation d'une lunette.

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. lunette afocale = faisceau incident // → faisceau émergent //
 $\Rightarrow (\text{plan focal image})_{\text{objectif}} = (\text{plan focal objet})_{\text{oculaire}}$

3. AB à l'infini → image dans le plan focal image de l'objectif

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.

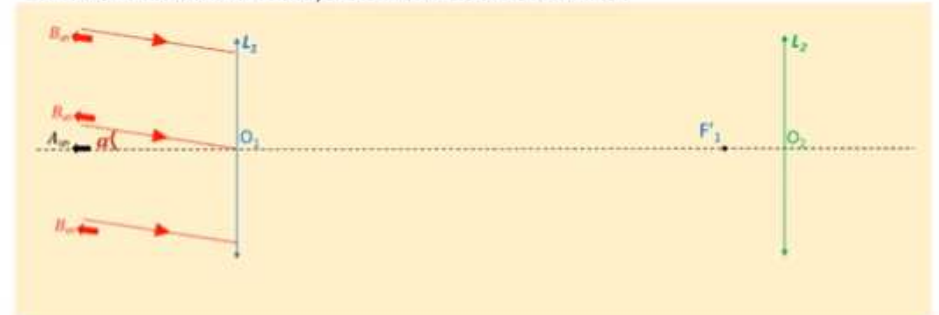
3. Justifier que l'image de la nébuleuse donnée par l'objectif, notée $A_1 B_1$, se forme dans le plan focal image de l'objectif. Construire $A_1 B_1$.
4. Exprimer α en fonction de f'_1 et $A_1 B_1$.

$A_1 B_1$ 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 $1,3 \times 10^{13}$ km.

10. Sachant que l'œil ne peut pas distinguer deux points si l'angle sous lequel ils sont vus est inférieur à $3,0 \times 10^{-4}$ 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 :



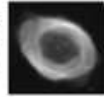
$$4. \quad \alpha = \tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{f'_1} \quad \alpha = \frac{A_1 B_1}{f'_1}$$

angle petit
en radian

Exercice. 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).



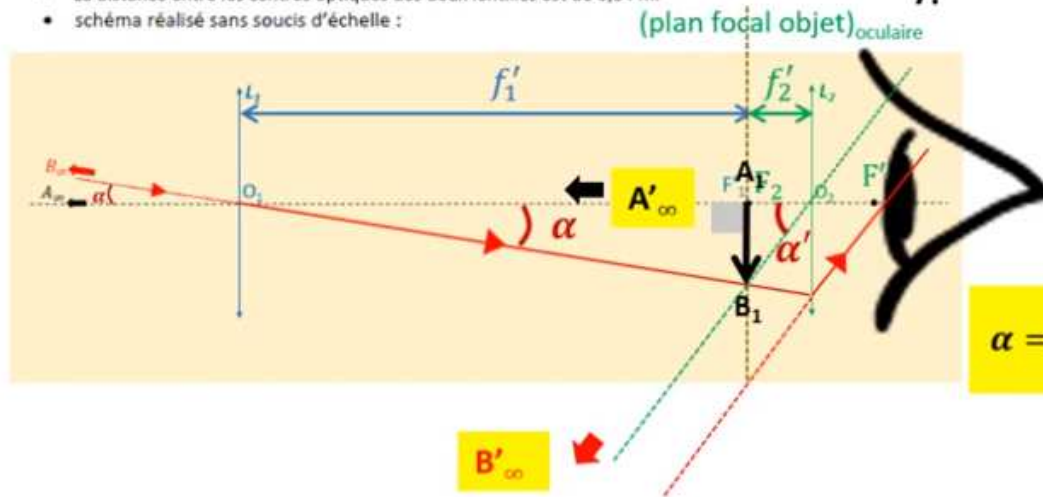
L'exercice propose de déterminer le « diamètre » apparent de cette nébuleuse que l'on désignera par M57 dans le texte, observée avec la lunette de l'observatoire de Harvard. Pour cela, on négligera le phénomène de diffraction qui intervient dans l'utilisation d'une lunette.

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 :



A_1B_1 sert d'objet pour l'oculaire et l'œil placé derrière l'oculaire voit l'image définitive $A'B'$ de M57.

- Quel rôle joue l'oculaire ? Comment qualifie-t-on l'image $A'B'$ que seul l'œil peut voir ?
- Où est située l'image $A'B'$? Justifier.
- Poursuivre, sur le schéma, la marche du rayon lumineux issu de B_1 et permettant de trouver la direction de B' .
- 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_1B_1 .
- Exprimer le grossissement de la lunette afocale $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ en fonction de f'_1 et f'_2 . Calculer sa valeur.

5. 6. oculaire = loupe
 A_1B_1 dans le plan focal objet de l'oculaire
 → **A'B' virtuelle à l'infini**

8. $\alpha' = \tan \alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$ angle petit en radian
 $\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

9. $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{f'_1}{A_1B_1}$
 $G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{680}{4,0}$
 $G = 1,7 \times 10^2$

$\alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}$

Exercice. 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).

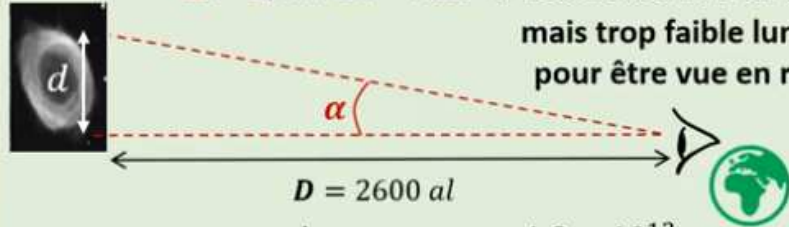


L'exercice propose de déterminer le « diamètre » apparent de cette nébuleuse que l'on désignera par M57 dans le texte, observée avec la lunette de l'observatoire de Harvard. Pour cela, on négligera le phénomène de diffraction qui intervient dans l'utilisation d'une lunette.

Données :

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

10. 11. $\alpha > 3,0 \times 10^{-4} \text{ rad} \rightarrow$ nébuleuse vue en théorie mais trop faible luminosité pour être vue en réalité !



$$\alpha = \tan \alpha = \frac{d}{D} \quad \alpha = \frac{1,3 \times 10^{13}}{2600 \times 1,00 \times 10^{13}} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

angle petit en radian

12. $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 1,7 \times 10^2$

$$\rightarrow \alpha' = G \times \alpha = 1,7 \times 10^2 \times 5,0 \times 10^{-4} = 0,085 \text{ rad}$$

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 :

