

TP n°4 : Lunette astronomique

Comment agrandir l'image d'un objet lointain ?

Ce TP a pour objectif d'étudier un système optique composé de deux lentilles, à savoir la lunette astronomique. Nous mettrons ici en oeuvre la construction d'une telle lunette, afin d'agrandir la taille d'un objet à l'infini. Il s'agira alors de comparer le grossissement expérimental avec le grossissement théorique.

↪ Cliquez ou flashez le QR code ci-contre pour un rappel sur la lunette astronomique !



Matériel à disposition

Source de lumière blanche avec un objet, lentilles convergentes de plusieurs focales, miroir, banc optique gradué avec supports, écran.

Méthodes mises en oeuvre

- ▷ Optimiser la qualité d'une image (alignement, limitation des aberrations).
- ▷ Étudier expérimentalement un système optique composé de plusieurs lentilles.
- ▷ Réaliser un objet à l'infini à l'aide d'une lentille.
- ▷ Estimer des incertitudes de type B.

Théorie sur la lunette astronomique

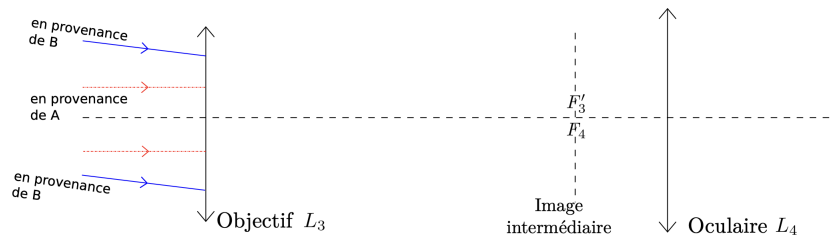
Une lunette astronomique sert à observer les astres, situés à l'infini. L'image produite par la lunette est également à l'infini, afin que l'œil puisse l'observer sans effort : c'est un instrument dit afocal. Elle est constituée de deux blocs optiques :

- ▷ Un objectif L_3 que nous modéliserons par une lentille convergente de focale $f'_3 = 500$ mm. Son rôle est de former de l'objet AB (qui lui est à l'infini) une image A_1B_1 .
- ▷ Un oculaire L_4 que nous modéliserons par une lentille convergente de focale $f'_4 = 100$ mm. Son rôle est de former de l'image intermédiaire A_1B_1 une image $A'B'$ située à l'infini, observable par l'œil.

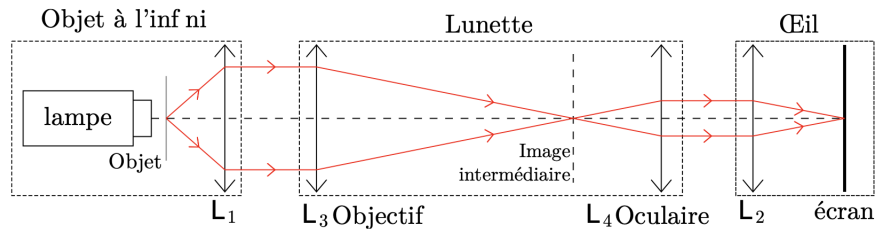


Par rapport à la lentille L_3 , où se forme l'image intermédiaire A_1B_1 ? Pour que $A'B'$ soit à l'infini, où doit être située l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à la lentille L_4 ?

✍ Compléter alors le schéma ci-dessous.



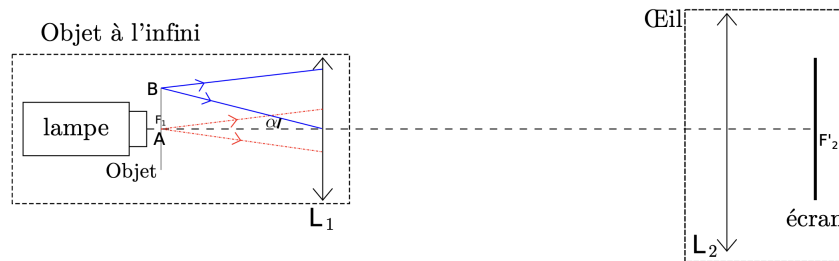
Pour étudier la lunette sur le banc optique de la salle de TP, il va falloir également "fabriquer" deux autres éléments essentiels : un objet à l'infini (qui joue le rôle de ce qu'observerait la lunette dans le ciel), et un œil.



● **Objet à l'infini**



Où doit être situé l'objet par rapport à L_1 pour que son image soit envoyée à l'infini ? Compléter alors le schéma ci-dessous, en vous arrêtant à l'oeil (qui sera étudié ensuite).



Quelle méthode expérimentale allez-vous mettre en oeuvre pour réaliser cet objet ?

● **Étude de l'oeil**

L'oeil est fabriqué à l'aide d'une lentille convergente de focale $f' = 200$ mm.



Qu'est ce qui joue le rôle de cristallin et de rétine ? Où doit être placé l'écran par rapport à la lentille L_2 afin de voir net un objet situé à l'infini ?

✍ Compléter alors le schéma précédent en traçant la marche des rayons jusqu'au bout.

✍ En déduire l'expression de l'angle α sous lequel arrivent les rayons les plus inclinés provenant de l'objet, en fonction de la hauteur h et de f'_2 .

● **Étude de la lunette**

L'objectif de la lunette est d'augmenter cet angle α . Ceci se voit déjà sur le schéma de la lunette que vous avez complété : l'angle α' en sortie est supérieur à α en entrée. Le grossissement angulaire de la lunette est défini comme $G = \alpha'/\alpha$.

✍ Montrer que le grossissement théorique G s'écrit aussi :

$$G = -\frac{f'_3}{f'_4} \tag{1}$$

I - Fabrication d'un objet à l'infini

L'objet est la lettre "d" située à l'issue de la lanterne sur votre paillasse. La lentille L_1 est la lentille convergente de focale $f'_1 = 200$ mm.



Réaliser l'objet à l'infini. On vérifiera que les rayons émergents sont bien parallèles entre eux en vérifiant que la taille de l'image varie peu sur la longueur du banc optique.

La réussite de la suite du TP dépend beaucoup de la qualité de cette manipulation. Soyez minutieux !

II - Fabrication d'un oeil

L'oeil est fabriqué à l'aide d'un écran et d'une lentille L_2 de focale $f'_2 = 200$ mm.



Réaliser cet oeil. Le régler de sorte à voir net sur l'écran l'image formée par l'objet précédemment réalisé.

On souhaite maintenant réaliser la mesure de l'angle α défini à la question 7, afin de connaître la taille angulaire de l'objet vu "à l'oeil nu".



Mesurer la hauteur h de l'image sur l'écran. Vérifier que cette hauteur ne dépend pas de la position de l'oeil.

✍ En déduire l'angle α sous lequel arrivent les rayons les plus inclinés provenant de l'objet.

III - Fabrication de la lunette

On souhaite maintenant construire la lunette afocale à l'aide des lentilles L_3 et L_4 , de focales respectives $f'_3 = 500$ mm et $f'_4 = 100$ mm.



Prendre les lentilles L_3 et L_4 et, en les tenant à la main et en regardant par la fenêtre, voir si cela fonctionne.



Fabriquer la lunette à l'aide des lentilles L_3 et L_4 , décrites en début d'énoncé. Il faut choisir la distance entre les deux afin que F'_3 et F_4 coïncident. Ceci sera le cas lorsque l'image sera nette sur l'écran.

Une fois ce réglage effectué, mesurer la distance entre O_3 et O_4 et vérifier qu'elle correspond bien approximativement à $f'_3 + f'_4$.

On souhaite maintenant mesurer l'angle α' sous lequel l'objet est vu à travers la lunette.



Mesurer la hauteur h' de l'image sur l'écran.

✍ En déduire l'angle α' sous lequel arrivent les rayons les plus inclinés provenant de l'objet.

✍ En déduire le grossissement expérimental $G_{\text{exp}} = \alpha'/\alpha$ de votre lunette avec incertitudes. Comparer à la valeur théorique donnée par la formule (1). Commenter.