

TP Instruments d'optique

La lunette astronomique

Matériel :

- Banc d'optique et supports
- objets + diaphragme
- Diverses lentilles et miroir plan
- source lumineuse

1 Modèle simplifié de la lunette astronomique

1.1 Description d'une lunette

Une lunette est composée d'un objectif et d'un oculaire disposés de part et d'autre d'un tube fermé. Le tube peut être fixe ou télescopique comme dans le cas des longues-vues de marine. L'oculaire se situe, comme l'indique son nom, du côté de l'œil, et il est de petite dimension. L'objectif se situe de l'autre côté, et est généralement de plus grande dimension que l'oculaire.

Ces premières lunettes d'approche, terrestre ou astronomique, ont possédé un objectif convexe et un oculaire concave dû au principe de hasard de leur invention par des lunetiers. Les plus récentes possèdent objectif et oculaire convexes.

Malgré l'histoire, les deux systèmes conservent chacun leurs avantages. L'oculaire concave donne une image droite permettant l'usage en longue-vue terrestre et un raccourcissement de la longueur du tube par rapport à la focale de l'objectif. L'assemblage de deux de ces lunettes de petite taille crée l'appareil dit jumelles de Galilée (utilisées au théâtre vu les faibles performances). Alors que pour l'oculaire convexe, on obtient un retournement de l'image (haut et bas) et un allongement par rapport à la longueur de la focale de l'objectif. L'usage en lunette astronomique n'est pas gêné par ces conséquences (ni haut ni bas dans le ciel, monture mécanique pour supporter le système). Par contre, l'usage marin ou terrestre a imposé un tube télescopique et un système optique de redressement de l'image, dit véhicule composé d'un doublet ou d'un nombre pair de prismes (qui plient, raccourcissent l'encombrement) dans le cas de la lunette à prismes ou des jumelles dites de marine.

1.2 Modélisation

Question : À partir du document ci-dessus, proposer un modèle simple pour une lunette astronomique. Choisir les focales des lentilles de façon à obtenir un grossissement de $\times 5$.

Note : Toutes les étapes du raisonnement doivent être minutieusement justifiées. Après la réalisation d'un schéma détaillé, vous démontrerez l'expression du grossissement de la lunette.

2 Réalisation de la lunette astronomique

2.1 Montage

Question Protocole : On rappelle qu'une lunette astronomique est un système afocal. Proposer un protocole pour construire la lunette et la régler à l'infini.

Appeler la professeure pour vérifications

Réalisation

Réaliser le montage et le réglage de la lunette. Vous pourrez utiliser le collimateur pour réaliser l'objet à l'infini. Vous pourrez observer les images à l'infini à l'aide d'un modèle d'œil de votre fabrication (ou d'une lunette de visée graduée).

2.2 Étude et interprétations

Expérience : Mesurer, en expliquant la méthode utilisée, le grossissement G de la lunette astronomique à l'aide d'une modèle d'œil de votre fabrication (ou d'une lunette de visée graduée). Comparer à la valeur théorique attendue. Évaluer les sources d'erreur.

★ Cercle oculaire

Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif par l'oculaire. Sa position O'_1 est l'image de O_1 par la lentille L_2 . Sa position est donc donnée par :

$$\overline{O_2O'_1} = \frac{\overline{O_2O_1}f'_2}{\overline{O_2O_1} + f'_2} = f'_2 + \frac{f'_2{}^2}{f'_1} \approx f'_2 \quad (1)$$

Tous les rayons émergents passent dans le cercle oculaire; en plaçant son œil au niveau du cercle oculaire, on se place dans les conditions optimales d'observation, la luminosité est alors maximale. Dans la suite on placera le cristallin de l'œil au cercle oculaire.

Expérience : Vérifier la position du cercle oculaire de manière expérimentale.

Question cercle oculaire : Comparer expérimentalement le diamètre de l'objectif et celui du cercle oculaire. Retrouver ce résultat par le calcul.

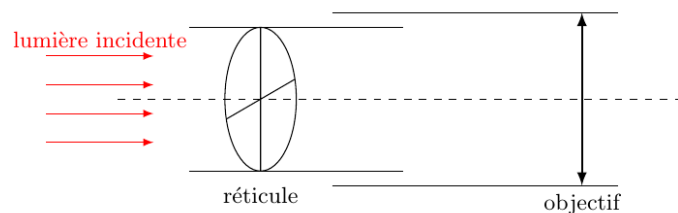
Question : Dans une lunette commerciale la taille de la pupille d'un œil dans le noir est légèrement supérieur à la taille du cercle oculaire et très inférieur à la taille de l'objectif. Quel est le rôle de l'instrument d'optique ?

3 Annexes

3.1 réglage du collimateur

Un collimateur est constitué d'un objet (fente ou reticule éclairés par une source lumineuse) et d'un objectif assimilable à une lentille mince convergente. La distance objet-lentille est réglable. Lorsqu'on modifie cette distance, on dit qu'on règle le tirage du collimateur.

En général, le collimateur est utilisé pour simuler un objet à l'infini. Dans ce cas, la fente ou le reticule doivent être situés dans le plan focal objet de l'objectif. Alors chaque point de la fente ou du reticule donne un faisceau parallèle à la sortie du collimateur.



Reglage du viseur à frontale réglable pour une visée "à l'infini".

1. Régler le tirage de l'oculaire pour voir nettement le reticule.
2. Fabriquer un objet à l'infini en utilisant un objet, une lentille et la méthode d'autocollimation (expliquer votre protocole).
3. Régler le viseur "à l'infini" grâce à cet objet : tirer l'ensemble oculaire-tube central par rapport à l'objectif jusqu'à voir nettement l'objet "à l'infini" en même temps que le reticule R.
4. Se placer devant une fenêtre, le viseur à la main et observer un objet très éloigné, le viseur semble-t-il bien régler sur l'infini ?

3.2 Principe de la lunette

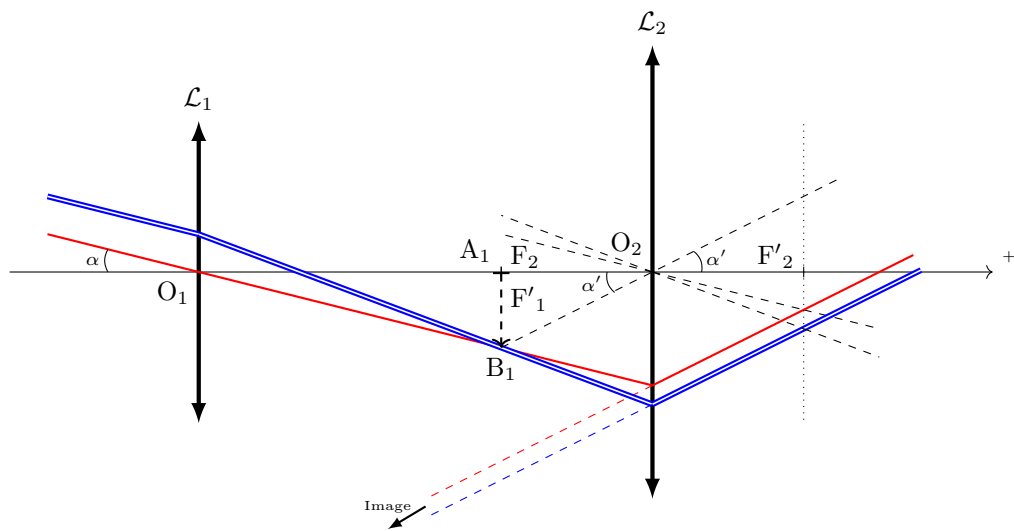


FIGURE 1 – Aide : schéma de la lunette