

## TP : Lunette de Galilée

Dans tous les TP d'optique, on suivra la marche des rayons lumineux, le lieu de formation des images en déplaçant une simple feuille de papier. C'est la meilleure façon de savoir en permanence « où on en est ». Ce TP ne peut s'aborder que si on maîtrise correctement l'utilisation du viseur qui est décrit dans le TP des 3/2. Reprendre très rapidement le début du TP des 3/2 sur le viseur et s'attarder un peu sur la partie concernant l'œil.

La lunette de Galilée est un instrument d'optique afocal qui permet d'obtenir une image droite d'un objet éloigné en assurant un grossissement de celui-ci, au contraire de la lunette astronomique (aussi afocale) qui elle donne une image renversée. Pour les observations astronomiques il n'est pas ennuyeux d'avoir une image renversée, par contre pour les observations terrestre cela l'est plus ! C'est pourquoi on peut qualifier la lunette de Galilée de lunette terrestre. La lunette de Galilée est réalisée à l'aide d'une lentille convergente (objectif situé du côté de l'objet à observer) et d'une lentille divergente (oculaire situé du côté de l'œil).

### A. Préliminaires

1. Assurez-vous rapidement de maîtriser le réglage à l'infini d'une lunette ou d'une lunette autocollimatrice. Reportez-vous au TP des 3/2 et expliquez-vous. Régler un collimateur à l'infini grâce à la lunette précédente. Ensuite en visant un objet à une distance finie de l'ordre de quelques dizaines de centimètres, transformer la lunette à l'infini en viseur à distance finie. Ne plus toucher à son réglage.

### B. Réalisation de la lunette

#### 2. Théorie

Dans un premier temps, représenter le système des deux lentilles réalisant une lunette de Galilée. Préciser les positions des foyers. Faire le tracé d'un rayon venant de l'infini parallèlement à l'axe optique et d'un autre venant de l'infini et faisant un angle  $\alpha$  avec l'axe optique. Dédurre de ces deux figures le grandissement transversal  $\gamma$  et le grandissement angulaire  $G$  de la lunette.

#### 3. Étude des lentilles

Rappeler rapidement comment, mis à part par lecture d'indications sur les montures, on peut distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente. Sur un banc d'optique, à l'aide d'un collimateur réglé à l'infini et d'un viseur à distance finie, déterminer les valeurs des deux focales. L'objectif est déjà placé dans le tube en PVC, la lentille divergente n'est pas encore montée. Expliquer, pour cette dernière, comment en utilisant le viseur pour mesurer sa distance focale, on s'aperçoit de son caractère divergent en comparant avec ce qu'il s'est produit pour la lentille convergente. Réferez-vous au TP des 3/2 sur le viseur pour savoir comment s'en servir pour le mieux pour mesurer une distance focale.

4. L'objectif de la lunette est en fait constitué de deux lentilles minces quasiment accolées : une convergente de vergence  $+8\delta$  et une divergente de  $-3\delta$ . Qu'elle devrait être la valeur de la distance focale équivalente si on considérait que les centres optiques sont confondus ? Comparer à la valeur donnée par la mesure. En fait les deux lentilles sont séparées de 5 mm, vérifie-t-on la formule de l'association de deux lentilles minces séparées d'une distance  $e$  donnée par :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 f_2}$$

### C. Réalisation de la lunette

5. Construire la lunette à l'aide des lentilles. L'ajustement des lentilles est normalement bon. Vérifier tout de même que le système est afocal en utilisant à la fois le collimateur et le viseur à l'infini. Expliquer comment vous faites.

### D. Vérification des caractéristiques de la lunette

#### 6. Mesure du grandissement angulaire $G$ avec un goniomètre

Sur un goniomètre, procéder au réglage de la lunette à l'infini et du collimateur à l'infini.

N.B. : Le goniomètre peut être équipé soit d'une lunette « simple », soit d'une lunette « autocollimatrice ». Dans le second cas la lunette est équipée d'un éclairage latéral. Quelle que soit la lunette, régler la netteté du réticule. Ensuite dans le premier cas, le réglage se fait en observant net à la fois le réticule et un objet situé très loin. Dans le second cas, on utilise l'éclairage latéral et un miroir plan ou une surface plane réfléchissante placée à la sortie de la lunette. On cherchera alors à observer nettement le réticule et son image sans que l'œil n'accommode. Pour être sûr que l'œil n'accommode pas, lorsque le réglage sera a priori fait, bouger latéralement l'œil devant la lunette et si le réticule et son image se déplacent l'un par rapport à l'autre, affiner le réglage.

Expliquer alors pourquoi la lunette est réglée à l'infini. Préciser les positions des plans focaux des lentilles objectif et oculaire de la lunette, du réticule. Expliquer l'utilisation du miroir plan.

Placer la lunette de Galilée sur le goniomètre. On vérifiera alors une seconde fois que le système est afocal (expliquer). En inclinant d'un angle  $\alpha$  l'axe du collimateur par rapport à la lunette de Galilée, rechercher avec la lunette du goniomètre l'angle  $\alpha'$  de sortie. Effectuer plusieurs mesures si possible, en déduire  $|G|$  (on comptera positivement les angles).

#### 7. Mesure des grossissements $\gamma$ et $G$ sur le banc d'optique

Sur le banc d'optique en utilisant le collimateur réglé à l'infini, la lunette et une lentille convergente mesurer  $|G|$ . Pour cela on formera l'image du collimateur grâce à la lentille convergente sans la lunette de Galilée puis avec en l'utilisant dans le bon sens. Expliquer grâce à une construction de rayons lumineux pourquoi  $|G|$  est égal au rapport de la taille des images.

La mesure du grossissement transversal nécessite d'utiliser un objet lumineux réel et non plus le collimateur à l'infini. Faire l'image de cet objet sur un écran par une lentille convergente et mesurer sa taille. Placer la lunette et, sans changer entre la distance lentille convergente et l'écran, déplacer l'objet jusqu'à ce que son image soit à nouveau présente sur l'écran, mesurer sa taille. On montrera, en utilisant le fait que la distance lentille convergente-écran est fixée et la relation de conjugaison au foyer du grossissement pour la lentille convergente, que le grossissement transversal de la lunette est égal au rapport de la taille des images.