Lunette astronomique et lunette de Galilée

But : réalisation d'instruments d'optique par association de lentilles.

I- Préliminaires

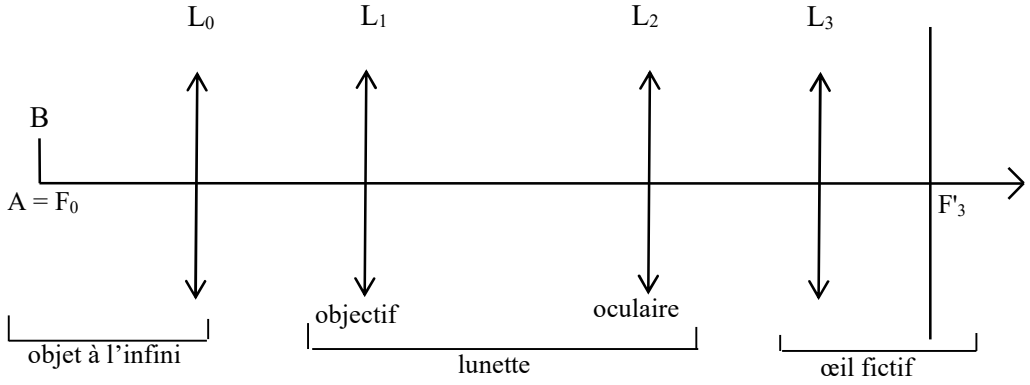
1- On mesurera les distances focales des lentilles utilisées par la méthode de Bessel

2- Objet à l'infini : Construire un objet à l'infini à l'aide d'une lentille convergente L_o.
(On utilisera une lentille de distance focale f'_o à mesurer $f'_o \approx 30$ cm).

3- Œil fictif : (utilisé pour l'observation des images)
Construire un œil, travaillant sans accommodation, simulé à l'aide d'une lentille convergente L_3 et d'un écran. (On utilisera une lentille de distance focale ≈ 20 cm - à mesurer)
L'ensemble $\{L_3 - \text{écran}\}$ devra par la suite être déplacé solidairement (bien noter leur distance). Pour observer les images à l'infini données par les différents instruments réalisés, on placera L_3 au voisinage du cercle oculaire (II-2-b)

II- Lunette astronomique

Destinée à l'observation d'objets éloignés (à l'infini), elle doit donner une image à l'infini que l'œil observera sans accommoder. C'est donc un instrument afocal.



$f_0' \approx 30$ cm $\quad f_1' \approx 50$ cm $\quad f_2' \approx 10$ cm $\quad f_3' \approx 20$ cm

A- Réalisation

- Réaliser une lunette de grossissement supérieur à 1 à l'aide de deux lentilles L_1 et L_2 $\left(f_1' \approx 50 \text{ cm} ; f_2' \approx 10 \text{ cm}\right)$
- *Déterminer le grossissement théorique* $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ *de la lunette à partir des distances focales des lentilles* L_1 *et* L_2.
- Observer le cercle oculaire, lieu de concentration maximum de la lumière émergent de la lunette (emplacement préférable de l'œil; pour l'œil fictif utilisé, on placera L_3 au voisinage du cercle oculaire).
- Observer l'image directement puis sur l'écran de l'œil simulé. Dans chaque cas, est-elle droite ou renversée ? Conclusion ?

B- Mesure du grossissement

Méthode 1 :

- Mesurer la taille de l'objet AB, celle de son image A_3B_3 sur l'écran (œil fictif).
- *Montrer que le grossissement vaut* $G = -\frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{AB}}.\frac{f'_o}{f'_3}$
- Déduire des mesures le grossissement de la lunette. Conclusion ?

Méthode 2 : cercle oculaire

- *Représenter sur un schéma le cercle oculaire en supposant que le diaphragme d'ouverture est la monture de la lentille L_1. (Cela signifie que c'est effectivement la monture de la lentille L_1 qui limite le faisceau de lumière entrant dans la lunette). Le cercle oculaire est dans ce cas l'image de l'objectif fournie par l'oculaire. Tous les rayons passant par l'objectif passent à l'intérieur du cercle oculaire qui est situé à l'endroit où le faisceau émergent possède la section la plus faible*
- *Montrer que le diamètre, d, du cercle oculaire et le diamètre, D, du diaphragme de l'objectif vérifient* $\frac{d}{D} = \frac{1}{G}$
- *En déduire une nouvelle mesure du grossissement G.*

Faites cette nouvelle mesure. Conclusion ?

Méthode 3 :

- *L'image de l'objet sur l'écran avec la lunette est A_3B_3 et sans la lunette A'B'. Montrer que* $G = \frac{\overline{A_3B_3}}{\overline{A'B'}}$
- En déduire une mesure du grossissement. Conclusion ?

III- Lunette afocale transformée en viseur à frontale fixe

Un viseur à frontale fixe est destiné à pointer des objets situés à une distance D de la face d'entrée du viseur. Ce système optique donne donc d'un objet situé à une distance finie fixe (D) de l'objectif une image à l'infini, observable à l'œil sans accommoder.
L'objet examiné est monté sur un support mobile. Réaliser une petite lunette afocale ($f'_1 \approx 12$ cm et $f' \approx 10$ cm)
Pour transformer la lunette en viseur on a deux possibilités :

méthode 1 : addition d'une lentille (bonnette) devant l'objectif de la lunette
Comment réaliser un viseur pointant des objets à la distance D ≅ 30 cm en avant de la bonnette.

méthode 2 : augmentation de la distance objectif- oculaire.

- *Etablir la relation* $T = \overline{O'_1O_1} = \overline{F'_1F_2} = \frac{f'^2_1}{D - f'_1}$ *qui relie la translation T de l'oculaire (à partir de sa position donnant une lunette afocale, O_1 est ainsi la position de L_1 rendant l'association $\{L_1, L_2\}$ afocal et O'_1 est la nouvelle position de L_1 pour laquelle l'association est devenu le viseur), la distance focale f'_1 de l'objectif et la distance de visée D.*
- Déterminer expérimentalement la distance de visée D pour différentes valeurs du tirage T. On prendra des distances de visées D comprises entre 16 cm et 50 cm.
  Proposer une méthode graphique simple pour vérifier la relation donnée. Conclusion.
  (S'il reste peu de temps, ne faire qu'une seule mesure)

IV- Lunette de Galilée

A- Construction

- Réaliser une lunette afocale à l'aide d'une lentille convergente L_1 ($f'_1 \approx 50$ cm) - objectif- et d'une lentille divergente L_2 - oculaire- ($f'_2 \approx -30$ cm ou -20 cm).
  Déterminer le grossissement théorique de la lunette à partir des valeurs de f'_1 et f'_2.
- Observer un objet à l'infini. L'image donnée par la lunette est-elle droite ou renversée ?

B- Mesure du grandissement transversal de la lunette réalisée

Réaliser successivement deux projections de l'image d'un objet AB sur un écran à l'aide d'une lentille convergente L (+ 3 δ)

- Projection 1 : En l'absence de lunette, projeter sur l'écran l'image $A'_1B'_1$ de AB et noter la dimension de cette image.
- Projection 2 : Placer la lunette entre l'objet et la lentille de projection, sans modifier les positions de l'écran et de la lentille de projection, déplacer l'objet (ou la lunette) pour obtenir une image nette $A'_2B'_2$ sur l'écran. Noter la dimension de cette image.

Montrer que $\dfrac{\overline{A'_2B'_2}}{\overline{A'_1B'_1}} = \gamma_L$.

Déduire des mesures le grandissement transversal de la lunette γ_L .
Vérifier que $G_L.\gamma_L = 1$.

Lunette astronomique et lunette de Galilée
Matériel

- Banc d'optique
- Lanterne
- Objet (Lettre P ou calque avec quadrillage)
- Support-lentille (4)
- Ecran (avec papier millimétré)
- Collimateur
- Lunette de visée
- Lentilles *convergentes de focales environ 10, 20, 30 et 50 cm, (8 , 5, 3 et 2δ)*
- Lentilles *divergentes de focales environ -20 ou -30 cm, (-5 ou -3δ)*