

TP2 – Grossissement d’une lunette

La lunette astronomique est un système optique formé de deux lentilles convergentes qui permet de réaliser une image grossie d’un objet situé à l’infini. L’image est formée à l’infini pour assurer un bon confort d’observation : on parle de système afocal. Une lunette est caractérisée par son grossissement (Doc. 2).

On s’intéresse à une lunette commerciale (Doc. 3) dont on souhaite mesurer expérimentalement le grossissement. Il s’agit d’une lunette de visée composée de plusieurs éléments optiques. Elle peut être réglée pour une observation à l’infini (Doc. 4) de manière à obtenir un système afocal : il est alors possible de la modéliser par une lunette astronomique à deux lentilles convergentes.

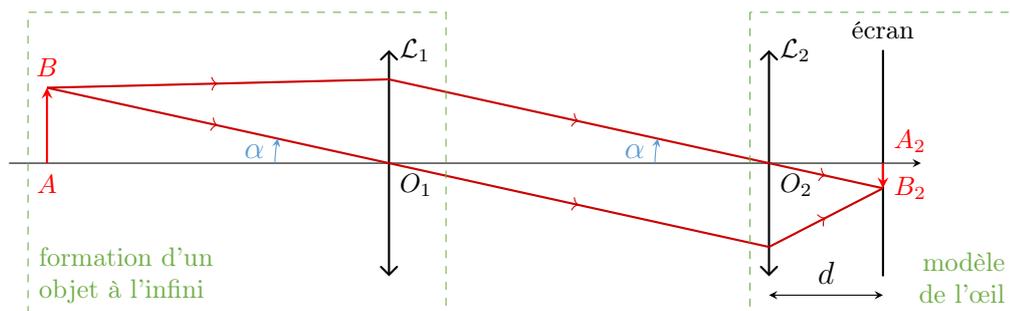
Objectifs

- Éclairer un objet de manière adaptée.
- Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, et choisir leur focale de façon raisonnée.
- Optimiser la qualité d’une image (alignement, limitation des aberrations, etc.).
- **Étudier une maquette de lunette astronomique ou une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement.**

Étude préliminaire

On s’intéresse au système optique ci-dessous, composé de deux lentilles convergentes \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 de distances focales respectives f'_1 et f'_2 , telles que :

- la lentille \mathcal{L}_1 forme de AB une image intermédiaire A_1B_1 à l’infini ;
- la lentille \mathcal{L}_2 forme de A_1B_1 une image nette A_2B_2 sur un écran situé à une distance d .



1. Où doit être placé l’objet AB pour que son image par \mathcal{L}_1 soit située à l’infini ? Expérimentalement, comment effectuer ce réglage avec précision ? Exprimer α en fonction de \overline{AB} et de f'_1 , en supposant que l’objet est petit devant la distance focale de la lentille.
2. Donner la condition entre d et f'_2 pour laquelle l’image A_2B_2 est nette sur l’écran. Exprimer $\overline{A_2B_2}$ en fonction de α et f'_2 .
3. On insère une lunette astronomique de grossissement G entre \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 . Exprimer $\overline{A_3B_3}$, la nouvelle taille de l’image de AB formée par l’ensemble $\{\mathcal{L}_1, \text{lunette}, \mathcal{L}_2\}$ sur l’écran et en déduire l’expression du grossissement de la lunette en fonction des tailles des images $\overline{A_2B_2}$ et $\overline{A_3B_3}$ obtenue sur l’écran.

Mesure du grossissement d'une lunette

4. Proposer et mettre en œuvre un protocole pour **mesurer le grossissement de la lunette**. Une comparaison quantitative avec les données constructeur (Doc. 3) est attendue.

APPEL PROF 1 REA Contrôle de la qualité d'une image

APPEL PROF 2 REA Validation de la mise en œuvre du protocole

APPEL PROF 3 ANA Choix des distances focales des lentilles \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2

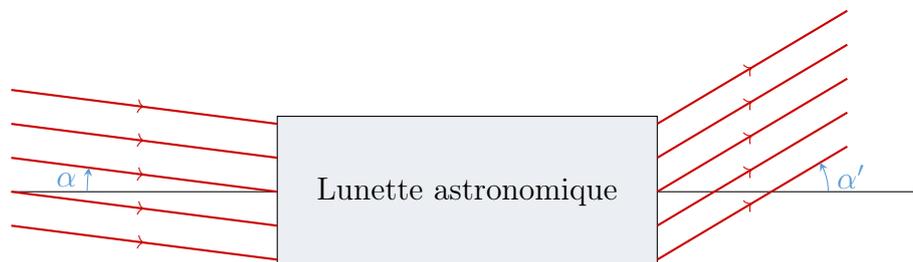
Documents

Document 1 – Matériel

- banc optique ;
- montures de lentille ;
- lunette et support ;
- lampe, objet et calque ;
- écran ;
- lentilles de distances focales 50, 100, 200, 500, -100 et -200 mm ;
- miroir ;
- diaphragme circulaire ;
- ordinateur et Python.

Document 2 – Grossissement d'une lunette

Les rayons parallèles issus d'un objet B_∞ à l'infini situé hors de l'axe optique arrivent sur la lunette en formant un angle α avec l'axe optique. La lunette produit une image grossie de cet objet, au sens où les rayons issus de B_∞ en ressortent avec un angle α' plus élevé en valeur absolue.



Le grossissement G de la lunette est défini comme le rapport $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. En notant f'_{obj} la distance focale de l'objectif (la lentille orientée du côté de l'objet) et f'_{occ} celle située du côté de l'œil, on montre que

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f'_{\text{obj}}}{f'_{\text{occ}}}$$

Document 3 – Données constructeur : lunette de visée simple POD069400



Lunette comportant un objectif achromatique de focale 120 mm avec traitement antireflet.

Le réglage s'effectue par tirage. Plage de visée de 400 m à l'infini.

Livrée avec oculaire 10× à réticule en croix et 10× micrométrique.¹

Cette lunette peut être transformée en viseur à frontale fixe par l'adjonction de bonnettes de visée.

Document 4 – Réglage de la lunette

Le réglage à l'infini de la lunette se fait en deux étapes :

- On commence par **régler l'oculaire à sa vue** : ajuster la distance oculaire-réticule (la bague la plus à droite de la photo ci-dessous) jusqu'à voir net et sans effort d'accommodation le réticule (deux fils croisés perpendiculaires) Pour un œil emmétrope, ou normalement corrigé, le réticule est alors placé au foyer objet de l'oculaire.
- On règle ensuite le **tirage de la lunette à l'infini** : viser un objet à l'infini (un immeuble loin...) et tirer sur la deuxième bague pour observer une image nette de cet objet dans le plan du réticule. Le foyer image de l'objectif est alors confondu avec le foyer objet de l'oculaire et on a un système afocal.

1. L'indication 10× renvoie au grossissement commercial G_c de l'oculaire, défini comme $G_c = \alpha' / \alpha_{PP}$, où α_{PP} est l'angle sous lequel est vu un petit objet, à l'œil nu, quand il est situé au *punctum proximum*, et où α' est l'angle sous lequel est vu ce même objet à travers l'oculaire, quand l'objet est situé dans le plan focal objet de l'oculaire. Cf. TD O2, Ex. 9.