

Objectifs :

Réaliser des modèles d'instruments optiques fondamentaux pour étudier leurs caractéristiques et limites.

Matériel :

- banc d'optique et accessoires, lentilles et supports, diaphragmes,
- lampe quartz-iode ou de bureau, écran dépoli quadrillé, cache muni d'une fente,
- écran opaque mobile muni d'un quadrillage, double décimètre.

On illustrera chaque manipulation par les trajets de rayons lumineux (hors de l'axe optique) sur un schéma optique.

Les mesures réalisées auront un rôle illustratif et ne seront en conséquence pas d'une grande précision.

On veillera à l'alignement de chaque nouvel élément ajouté avec l'axe optique.

I Objet à l'infini et œil

On utilisera dans toute la suite un « objet à l'infini » et un œil simulé.

Objet à l'infini**Manipulations :**

Réaliser un objet à l'infini en plaçant par autocollimation l'objet (écran dépoli quadrillé de préférence ou fente éclairée) au foyer d'une lentille convergente de collimation (de distance focale $f' = 200$ mm par exemple).

Œil simulé**Manipulations :**

Réaliser un œil simulé dont le cristallin est une lentille convergente ($f' = 200$ mm par exemple) et la rétine est l'écran opaque en formant sur l'écran l'image nette de l'objet à l'infini précédent. On solidarise le « cristallin » et la « rétine » sur le même support optique pour pouvoir les translater ensemble.

Questions :

L'image sur la « rétine » est-elle droite ? Qu'en est-il pour un véritable œil ?

II Lunette astronomique**II.1 Grossissement**

La lunette astronomique est un instrument *afocal*, ie qui donne d'un objet à l'infini une image elle-aussi à l'infini. Comme un objet à l'infini n'est caractérisé que par l'angle α sous lequel il est vu, le paramètre important dans une lunette est le rapport :

$$G \equiv \frac{\beta}{\alpha},$$

entre l'angle β sous lequel l'objet est vu à travers la lunette, et l'angle α sous lequel il serait vu en l'absence de lunette, comme illustré sur la figure 1. Ce rapport est nommé *grossissement*.

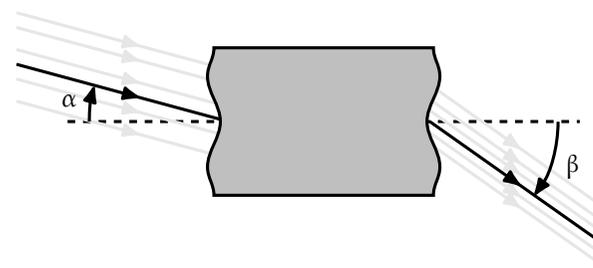


Fig. 1 : Le grossissement d'un dispositif afocal est le quotient $G = \beta/\alpha$.

Questions :

➤ Montrer que le grossissement d'une lunette astronomique dont l'objectif et l'oculaire sont des lentilles convergentes de distances focales respectives f'_1 et f'_2 est $G = -f'_1/f'_2$.

II.2 Construction**Manipulations :**

- Construire une lunette astronomique de grossissement supérieur à 1 en formant, à l'aide par exemple de lentilles de distance focale $f' = 500$ mm et $f' = 125$ mm. On s'assurera que l'image de l'objet à l'infini est toujours nette sur la « rétine ».
- Mesurer le grossissement G de la lunette.
- Repérer la position du plan réticulaire en recherchant l'image de l'objet entre l'objectif et l'oculaire de la lunette (on pourra utiliser une simple feuille de papier). On pourra y placer un fil placé sur une monture de lentille.

Exploitation :

Comparer la mesure de G à la valeur attendue. Commenter son signe.

II.3 Points particuliers**Manipulations :**

Diaphragme d'ouverture Accoler un diaphragme à l'objectif de la lunette. Observer l'effet d'une réduction de son diamètre sur la luminosité de l'image. Mesurer le diamètre D_{ouv} de l'objectif

Diaphragme de champ Placer un diaphragme dans le plan réticulaire de la lunette. Observer l'effet d'une réduction de son diamètre sur la portion de l'objet observable sur la « rétine ».

Cercle oculaire Repérer le cercle oculaire, lieu de concentration maximale de la lumière émergent de la lunette juste en aval de l'oculaire. Mesurer son diamètre D_{cer} .

Questions :

- Justifier les noms de diaphragme de champ et d'ouverture (on s'appuiera sur des constructions).
- Montrer que le cercle oculaire est l'image du diaphragme d'ouverture par l'oculaire. En déduire la valeur attendue du rapport D_{cer}/D_{ouv} et vérifier l'accord avec les mesures. Comparer au grossissement G .

III Viseur à frontale fixe ☺

Manipulations :

Réaliser une petite lunette afocale dont la distance entre l'objectif et l'oculaire n'excède pas 40 cm. Repérer à nouveau son plan réticulaire.

On réalise à partir de cette lunette un viseur de deux manières différentes en y apportant des modifications.

On utilise pour cette partie un objet lumineux à distance finie, en retirant la lentille de collimation placée précédemment après la fente ou l'écran. Par commodité, on traduira cet objet et non le viseur qu'on cherche à réaliser.

III.1 Adjonction d'une bonnette

Une bonnette est une lentille convergente placée devant l'objectif.

Manipulations :

- Accoler une lentille convergente ($f = 200$ cm) en amont de l'objectif,
- Translater l'objet lumineux jusqu'à obtenir une image nette sur la « rétine ». Mesurer la distance D_v entre l'objet et la bonnette.
- Estimer la profondeur de champ du viseur en observant l'intervalle de positions pour lesquelles l'objet paraît net dans le plan réticulaire (on l'observera sur la « rétine »)

Questions :

Exprimer D_v en fonction des paramètres optiques du viseur réalisé et vérifier l'accord avec les mesures.

III.2 Déformation de la lunette

Manipulations :

- Supprimer la bonnette et augmenter la distance objectif-oculaire de T .
- Mesurer comme précédemment la distance de visée D_v pour différentes valeurs de T

Questions :

Montrer que la distance focale f'_{obj} de l'objectif, la distance T et la distance de visée D_v vérifient : $T = \frac{f'^2_{obj}}{D - f'_{obj}}$ et vérifier l'accord avec les données expérimentales.

IV Lunette de Galilée

IV.1 Construction et caractérisation

On reprend pour cette partie l'objet à l'infini constitué précédemment.

Manipulations :

- Réaliser une lunette afocale grossissante en utilisant une lentille convergente pour l'objectif et une lentille divergente pour l'oculaire.

- Mesurer comme précédemment le grossissement G .

Questions :

- Comparer la valeur mesurée de G à la valeur attendue en fonction des distances focales des lentilles.
- Quels avantages et inconvénients présente cette lunette par rapport à la lunette astronomique précédente.

IV.2 Mesure du grandissement transversal

On forme maintenant l'image d'un objet à distance finie (sans lentille de collimation) sur l'écran sans le « cristallin ».

Manipulations :

- Former à l'aide d'une seule lentille de projection \mathcal{L}_p l'image de l'objet sur l'écran. On choisira une distance focale assez grande et on placera \mathcal{L}_p de manière à former une image réduite.
Mesurer la taille d_0 d'un détail de l'image.
- Sans modifier les positions relatives de l'écran et de \mathcal{L} , intercaler entre l'objet et \mathcal{L} la lentille de Galilée. Déplacer l'objet et la lunette de manière à former une image nette de l'objet lumineux sur l'écran. Mesurer la nouvelle taille d_1 du détail de l'image.

Questions :

Déduire du rapport d_1/d_0 le grandissement transversal γ et vérifier qu'on a $G\gamma = 1$. Justifier ce résultat en utilisant les formules de grandissement de Newton.