

Activité expérimentale: lunette astronomique.

Objectif : réaliser une lunette avec le matériel disponible au laboratoire et en déterminer le grossissement.

Capacités exigibles:

Mettre en œuvre un dispositif optique d'utilisation courante modélisable à l'aide de deux lentilles.

Éclairer un objet de manière adaptée.

Choisir une ou plusieurs lentilles en fonction des contraintes expérimentales, choisir leur focale de façon raisonnée et aligner l'ensemble du système optique.

Matériel:

Lentilles convergentes, banc d'optique, source de lumière blanche, objet, écran, miroir plan.

Compétences de la démarche expérimentale travaillées:

S'approprier	Identifier les grandeurs pertinentes.	
Analyser	- Justifier un protocole.	
Réaliser	- mettre en œuvre un protocole . - utiliser le matériel d'optique de façon adaptée afin de former une image et optimiser sa qualité et éclairer un objet de manière adaptée. - Mener des calculs.	
Valider	- Exploiter des observation, des mesures. - Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.	
Communiquer	- rédiger une synthèse. - Utiliser un vocabulaire scientifique précis.	

Document 1 : principe d'une lunette astronomique.

La lunette astronomique permet de voir des objets à l'infini.

Pour simuler le fonctionnement de ces instruments sur le banc d'optique, il faudra créer :

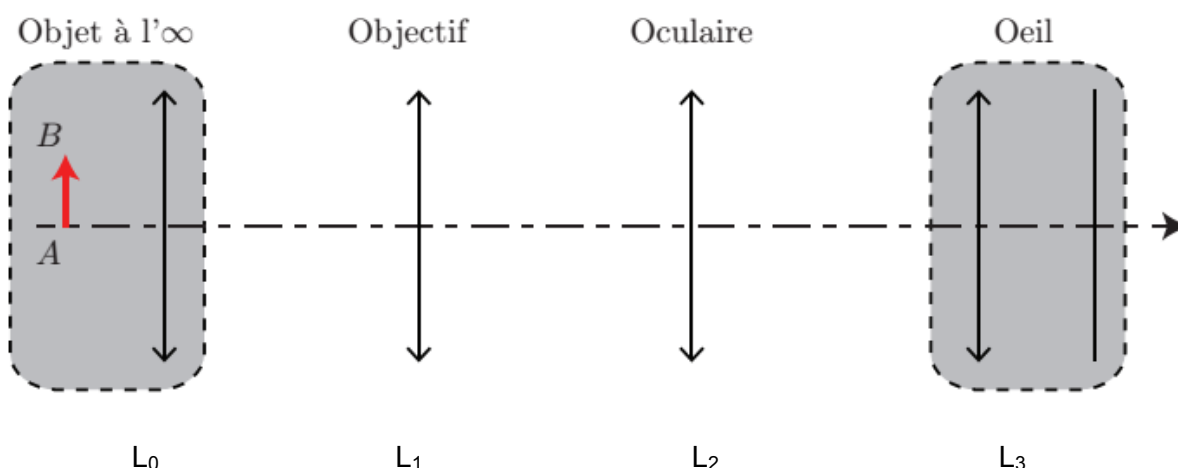
→ un **objet à l'infini** (symbolise une étoile par exemple).

→ La **lunette astronomique** elle-même. La lunette astronomique sera constituée de deux lentilles convergentes: l'**objectif** et l'**oculaire**.

L'objectif de la lunette sera modélisé par une lentille convergente L_1 de distance focale $f'_1 = 30$ cm.

L'oculaire de la lunette sera modélisé par une lentille convergente L_2 de distance focale $f'_2 = 10$ cm

→ l'**œil** d'un observateur placé à la sortie de la lunette en utilisant une lentille et un écran.



Notations des différentes distances focales dans l'énoncé: $f'_0 = 10\text{ cm}$, $f'_1 = 30\text{ cm}$, $f'_2 = 10\text{ cm}$, $f'_3 = 20\text{ cm}$.

I. Construction de la lunette et mesures.

REALISER.

Manipulation1 : création d'une image à l'infini.

A l'aide de la méthode d'autocollimation, placer un objet réel dans le plan focal de la lentille convergente L_0 de distance focale $f'_0 = 10\text{ cm}$ de manière à créer une image à l'infini. **On ne touchera plus cette partie du montage par la suite !**

REALISER.

Manipulation 2 : création d'un œil normal (au repos).

Créer l'œil à l'aide de la lentille convergente L_3 de distance focale $f'_3 = 20\text{ cm}$ (jouant le rôle de cristallin) et un écran E (rétine). Le placer à l'extrémité du banc (mais pas trop sinon vous allez perdre trop de lumière).

Obtenir une image nette de AB sur la rétine (écran).

ANALYSER.

Justifier que dans ce cas, l'écran qui modélise la rétine doit être placé dans le plan focal image de L_3 .

REALISER. Mesurer sur l'écran la taille de l'image (ou d'une partie de l'image) notée: d_2 :

REALISER.

Manipulation 3: réglage à l'infini de la lunette.

Placer votre objectif sur le banc et repérer où se forme l'image intermédiaire (image formée par l'objectif). Rajouter l'oculaire après l'objectif et le déplacer de façon à voir sur l'écran modélisant le cristallin l'objet net.

Mesurer précisément la distance entre l'objectif et l'image intermédiaire:

Mesurer précisément la distance entre l'oculaire et l'image intermédiaire:

Mesurer la même partie de la lettre objet que précédemment en présence de la lunette. Cette distance sera notée: d_1 :

ANALYSER.

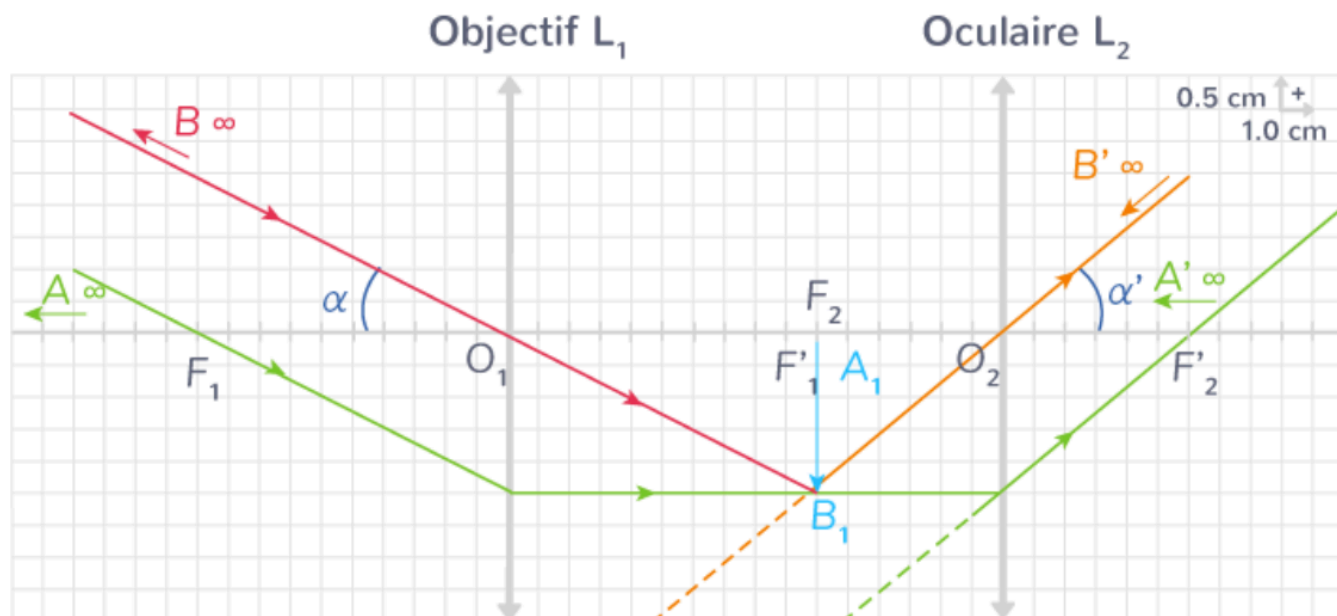
A quoi correspond la distance entre l'objectif et l'image intermédiaire?

A quoi correspond la distance entre l'oculaire et l'image intermédiaire?

II. Détermination du grossissement.

Document 2 : le grossissement.

On caractérise la lunette par son grossissement défini par la relation $G = \alpha' / \alpha$ où α' est le diamètre angulaire sous lequel est vue l'image de l'objet à travers l'instrument et α le diamètre angulaire sous lequel l'objet est vu à l'œil nu.



Nous avons vu en exercice que pour la lunette, si les angles ne sont pas orientés, alors $G = f'_1 / f'_2$ où f'_1 et f'_2 sont les distances focales images de l'objectif et de l'oculaire respectivement.

REALISER.

Calculer la valeur théorique du grossissement (valeur de référence):

Déterminer à l'aide de vos mesures une valeur du grossissement expérimental de la lunette à l'aide des mesures de d_1 et d_2 (s'aider des figures 1 et 2). On montrera que $G_{\text{expérience}} = \frac{d_1}{d_2}$

fig.1

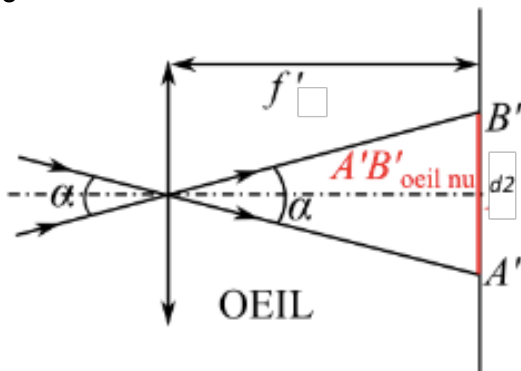
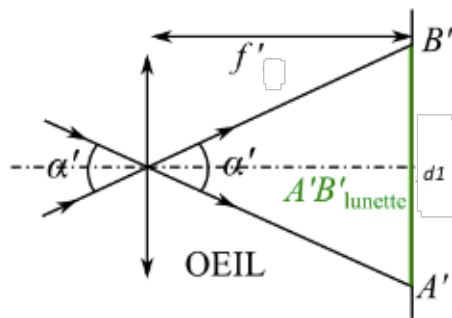


fig.2



VALIDER.

Comparer la valeur expérimentale à la valeur «théorique» du grossissement.

On utilisera le z-score :

$$z = \frac{|G_{\text{expérience}} - G_{\text{ref}}|}{u(G_{\text{expérience}})}$$

Par convention, si $z < 2$, les deux mesures sont compatibles entre elles.

Si $z > 2$ alors les mesures ne sont pas compatibles entre elles, et il faut alors discuter des raisons de ce désaccord (erreur de mesure? de calcul? Mauvaise estimation des incertitudes?...).

♥ Bilan du TP

- Pour créer un objet à l'infini au laboratoire, on peut utiliser un _____ et une _____.
- Pour placer l'objet dans le _____ de la lentille convergente, on utilise la méthode d'_____ qui nécessite en plus un _____.
- Un œil est modélisé par l'association d'une lentille convergente, qui modélise le _____, un écran qui modélise la _____, et un diaphragme qui modélise la _____.
- Une lunette astronomique est un système optique _____ qui donne d'un objet situé à _____ une image à _____.
- La distance entre l'objectif (nécessairement _____) et l'oculaire (convergent ou divergent) vaut : _____.

Annexe: incertitude composée:

Lorsque la grandeur z mesurée s'obtient par le calcul à partir de deux autres physiques x et y dont on a estimé l'incertitude $u(x)$ et $u(y)$, on a les relations suivantes:

Relation	$z = x + y$	$z = x - y$	$z = x \times y$	$z = \frac{x}{y}$
Incertitude-type composée	$u(z) = \sqrt{u(x)^2 + u(y)^2}$		$u(z) = z \times \sqrt{\left(\frac{u(x)}{x}\right)^2 + \left(\frac{u(y)}{y}\right)^2}$	

Si une incertitude l'emporte largement sur l'autre on peut simplifier le calcul en négligeant l'incertitude la plus petite.

Dans notre cas,

$$G_{\text{expérience}} = \frac{d_1}{d_2} \text{ alors } \frac{u(G_{\text{expérience}})}{G_{\text{expérience}}} = \sqrt{\left(\frac{u(d_1)}{d_1}\right)^2 + \left(\frac{u(d_2)}{d_2}\right)^2}$$

On prendra $u(d_1)=u(d_2)=\frac{\Delta}{\sqrt{3}}$ où Δ correspond à une demi-graduation.