

Principe d'une lunette astronomique

Doc n°1 : Objet à l'infini et maquette d'un œil

- Pour modéliser au laboratoire « un objet à l'infini », on place l'objet dans le plan focal objet d'une lentille convergente.
- Pour modéliser au laboratoire « un œil qui regarde à l'infini », on place un écran dans le plan focal image d'une lentille convergente. La lentille convergente joue le rôle du cristallin et l'écran joue le rôle de la rétine.

Doc n°2 : La lunette afocale

La lunette astronomique modélisée est une lunette afocale, constituée des éléments suivants :

- L'objectif est une lentille convergente L_1 , de centre optique O_1 et de foyers objet F_1 et image F'_1 . L'objectif donne d'un objet AB à l'infini une image intermédiaire A_1B_1 . Cette image A_1B_1 joue le rôle d'objet pour l'oculaire.
- L'oculaire est une lentille convergente L_2 , de centre optique O_2 et de foyers objet F_2 et image F'_2 . L'oculaire donne de l'objet A_1B_1 une image $A'B'$ à l'infini.

La distance focale de l'oculaire est plus petite que celle de l'objectif. Avec ce type de dispositif, l'image finale à l'infini est inversée par rapport à l'objet à l'infini ; le grossissement est donc négatif. On considèrera ici la valeur absolue du grossissement, notée $|G|$.

Doc n°3 : Matériel

On utilisera les quatre lentilles suivantes :

Lentille L_0	Lentille L_1	Lentille L_2	Lentille L_3
$f'_0 = 20 \text{ cm}$	$f'_1 = 35,0 \text{ cm}$	$f'_2 = 5,0 \text{ cm}$	$f'_3 = 12,5 \text{ cm}$

1. Vérification de la distance focale de la lentille L_0 .

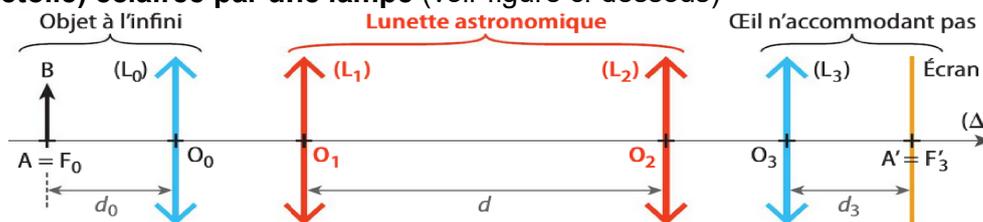
Vous allez mesurer la distance focale de cette lentille par la méthode d'autocollimation.

Disposer l'objet et la lentille tels que la distance qui les sépare soit égale à la distance notée sur la lentille.

Plaquer un miroir derrière la lentille et déplacer l'ensemble (miroir M + lentille L) de manière à projeter l'image de l'objet sur l'objet. Mesurer avec précision la distance entre la lentille et l'objet : cette distance correspond à la distance focale de la lentille L_0 . Corriger la valeur notée dans le doc n°3, si nécessaire. Vous pouvez également vérifier les focales de chaque lentille.

2. Maquette de lunette astronomique

Pour étudier les caractéristiques de la maquette de lunette astronomique, on va modéliser un astre par un objet éloigné AB , une lunette astronomique et un œil fictif. **L'objet AB est un tout petit trou (qui simulera une étoile) éclairée par une lampe** (voir figure ci-dessous)



2- a) A quelle distance de la lentille L_0 doit être placé l'objet AB pour que l'ensemble $\{AB - L_0\}$ modélise un objet situé à l'infini ?

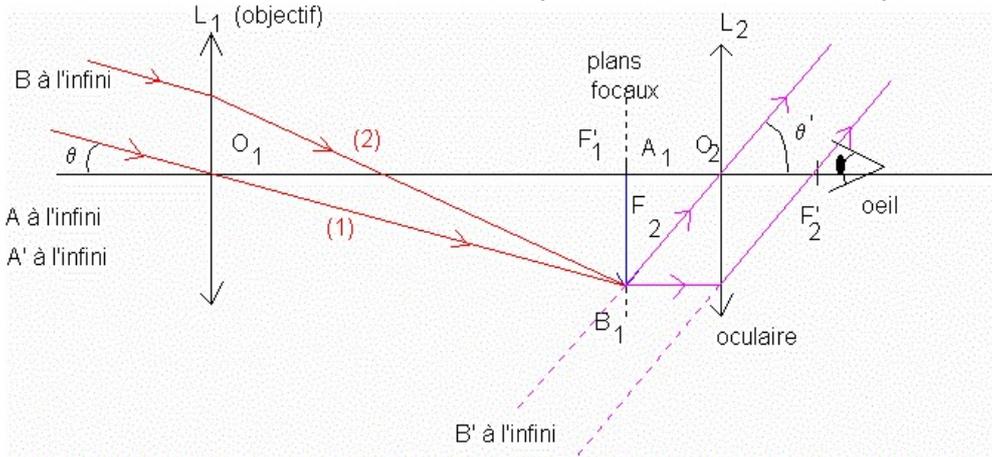
2-b) Pour modéliser la lunette astronomique de Kepler, on utilise les lentilles L_1 et L_2 . En utilisant les distances focales, calculer le grossissement théorique de la lunette astronomique sachant que $G = \frac{f'_1}{f'_2}$

2-c) Pour modéliser l'œil fictif, on dispose d'une lentille L_3 jouant le rôle du cristallin et d'un écran jouant le rôle de la rétine. Quelle doit être la distance entre la lentille L_3 et l'écran pour observer une image nette ?

3. Objet à l'infini, objectif et image intermédiaire

- Mettre en place sur le banc optique la lentille L_0 permettant de simuler l'objet AB (trou éclairé) vu « à l'infini »
- Placer la lentille L_1 qui joue le rôle d'objectif à la suite de la lentille L_0 ; elle capte les rayons de lumière issus de l'objet.

Principe d'une lunette astronomique



3-a) En théorie, quelle devrait être la position de l'image intermédiaire \$A_1B_1\$.
3-b) Repérer expérimentalement, en utilisant une feuille de papier, la position de l'image intermédiaire \$A_1B_1\$. En déduire la distance focale exacte de la lentille \$L_1\$. Corriger la valeur du doc n°3 si nécessaire

4. Oculaire, maquette de l'œil et grossissement de la lunette

- Positionner l'oculaire \$L_2\$ à la suite de la lentille-objectif \$L_1\$ pour concevoir une maquette de lunette afocale.
- Installer le modèle de l'œil (lentille \$L_3\$ et écran) à la suite des lentilles \$L_1\$ et \$L_2\$ et déplacer si besoin légèrement l'écran afin d'obtenir une image nette de l'objet.
- Mesurer sur l'écran, la dimension \$A'B'\$ de l'image
 $A'B' = \dots\dots\dots$
- Enlever l'objectif \$L_1\$ et l'oculaire \$L_2\$ du banc optique ;
- Mesurer, sur l'écran, la longueur correspondant au nombre maximum de mailles. En déduire la dimension \$A_0'B_0'\$ de l'image de l'objet observé sans la lunette
 $A_0'B_0' = \dots\dots\dots$

4) A l'aide des définitions ci-dessous, calculer le grossissement expérimental $G_{exp} = \dots\dots\dots$

Définition : Le **grossissement de la lunette** est défini par $G = \frac{\theta'}{\theta}$ avec :

θ angle sous lequel l'objet \$AB\$ à l'infini est vu à l'œil nu
 θ' angle sous lequel l'œil voit l'image \$A'B'\$ à travers l'instrument.

Pour des angles petits, $\tan \theta \approx \theta$. On peut donc écrire $G = \frac{A'B'}{A_0'B_0'}$

Propriété : Le grossissement d'une lunette afocale est $G = \frac{f'_{objectif}}{f'_{oculaire}}$.

5. Construction des images \$A'B'\$ et \$A_0'B_0'\$ et détermination du grossissement

- 5-a)** Construire soigneusement le schéma de l'image intermédiaire \$A_1B_1\$ et l'image formée sur l'écran-rétine \$A'B'\$.
- 5-b)** Construire soigneusement le schéma de l'image formée sur l'écran-rétine \$A_0'B_0'\$.

Éléments de réponse :

2a : **L'image de \$AB\$ donnée par la lentille \$L_0\$ est à l'infini \Leftrightarrow les rayons sortant de \$L_0\$ sont parallèles.**

2b : $G = \frac{f'_1}{f'_2} \Rightarrow G = \frac{35,0}{5,0} = 7,0$

2c : **L'image se forme sur l'écran qui est situé dans le plan focal image de la lentille \$L_3\$.**

3a : **L'image \$A_1B_1\$ se forme dans le plan focal image \$L_1\$, soit à la distance \$f'_1\$ cm après la lentille \$L_1\$.**

3b : on a mesuré \$f'_1=34,2\$ cm $\Rightarrow G_{théo}=34,2/5=6,8$

4 : Image \$A'B'\$: mesure de 4 mailles = 2,7 cm $\Rightarrow A'B' = \frac{2,7}{4} = 0,67$ cm = 6,7 mm$

Image \$A_0'B_0'\$: mesure de 5 mailles = 0,5 cm $\Rightarrow A_0'B_0' = \frac{0,5}{5} = 0,1$ cm = 1 mm$

$G_{exp} = \frac{A'B'}{A_0'B_0'} = \frac{6,7}{1} = 6,7$

Attention, la mesure de la taille de l'image \$A_0'B_0'\$, ne fait que quelques mm seulement, et est mesurée au mm près