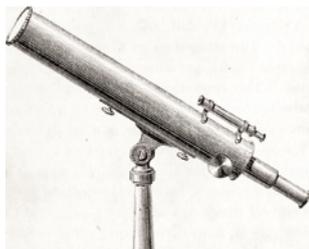


2 Lunette astronomique

La lunette a été inventée en Europe à la fin du XVI^e siècle. Elle a connu un rapide succès en étant utilisée comme longue-vue. En 1609, Galilée fut le premier scientifique à utiliser la lunette pour observer le ciel. Il construisit et perfectionna ses propres lunettes, ce qui lui permit de faire de nombreuses découvertes comme quatre des satellites de Jupiter ainsi que la rotation du Soleil sur lui-même.

Doc. 1 Composants de la lunette astronomique

La lunette astronomique se compose d'un objectif de grande distance focale, qui crée une image intermédiaire des objets lointains, et d'un oculaire de courte distance focale qui renvoie une image à l'infini.



Le doc. 3 présente le schéma optique d'une telle lunette où l'objectif et l'oculaire sont modélisés par deux lentilles minces L_1 et L_2 .

La lunette est dite afocale : le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer objet de l'oculaire, de sorte que l'image d'un objet à l'infini se situe également à l'infini.

Données

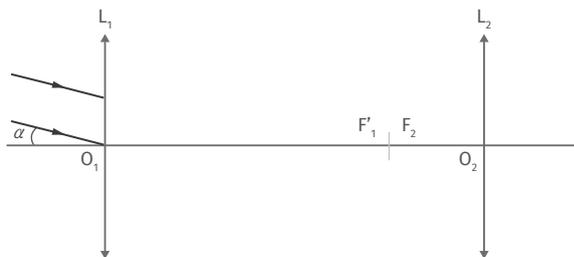
- Distance focale de l'objectif : $f'_1 = 30$ cm
- Vergence de l'oculaire : $V_2 = 10$ δ

Doc. 2 Vergence d'une lentille

La vergence d'une lentille, usuellement notée V , est définie par :

$$V = \frac{1}{f'} \quad \left| \begin{array}{l} V : \text{vergence (}\delta\text{)} \\ f' : \text{distance focale (m)} \end{array} \right.$$

Doc. 3 Schéma optique d'une lunette astronomique



Le schéma optique ci-dessus représente une lunette astronomique avec deux rayons incidents provenant d'un objet lointain AB. On ne considère que les rayons parallèles provenant de B, faisant un angle α avec l'axe optique.

Questions

1. Éléments de la lunette

- 1.1 Calculer la distance focale f'_2 de l'oculaire.
- 1.2 Justifier que L_1 et L_2 sont respectivement l'objectif et l'oculaire.

2. Position de l'image intermédiaire

L'extrémité B d'un objet lointain émet des rayons parallèles faisant un angle α avec l'axe optique. L'objectif forme une image intermédiaire A'B' de cet objet.

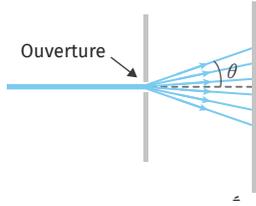
- 2.1 Justifier que l'oculaire donne une image située à l'infini.
- 2.2 Recopier le doc. 3 et représenter le trajet des deux rayons lumineux. Faire figurer A'B' sur le schéma.

Coups de pouce

- 1.1 Utiliser la relation entre vergence et distance focale.
- 1.2 Comparer les distances focales.
- 2.1 Tenir compte de la position de l'image intermédiaire.
- 2.2 Tracer les rayons en tenant compte des règles de construction géométrique.

**Doc. 4** Influence d'une ouverture

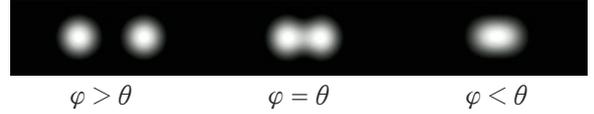
Lorsqu'un faisceau de lumière atteint une ouverture et que l'on place un écran à la suite, on observe une tache, appelée tache d'Airy, dont l'écart angulaire θ est donné par :



$$\theta = \frac{1,22 \lambda}{a} \quad \begin{cases} a : \text{diamètre de l'ouverture (m)} \\ \lambda : \text{longueur d'onde (m)} \\ \theta : \text{écart angulaire (rad)} \end{cases}$$

Doc. 5 Critère de Rayleigh

Le critère de Rayleigh permet d'évaluer la capacité d'un instrument optique à discerner les détails. Il stipule que deux objets sont discernables si l'écart angulaire φ qui les sépare est supérieur à l'écart angulaire θ de la tache d'Airy formée par le système optique.

**Données**

- Diamètre de l'objectif : $a = 15 \text{ cm}$
- Longueur d'onde à considérer : $\lambda = 560 \text{ nm}$

Questions

L'image intermédiaire d'un point par l'objectif est une tache et non un point, ce qui limite la résolution de la lunette astronomique.

3. Résolution de la lunette

- 3.1 Nommer le phénomène mis en jeu.
- 3.2 Calculer l'écart angulaire minimal φ_{\min} séparant deux points pour que l'on puisse les distinguer.

Coups de pouce

- 3.1 Il s'agit de l'un des phénomènes caractéristiques des ondes.
- 3.2 Utiliser le critère de Rayleigh.

Doc. 6 Grossissement

Le rapport entre les angles α et α' qu'un rayon fait avec l'axe optique en entrée et en sortie de la lunette afocale est constant. Ce rapport correspond au grossissement G :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Dans le cas de petits angles exprimés en radian (rad), on peut faire l'approximation :

$$\tan(\theta) = \theta$$

**Données**

- Angle limite de l'observation de l'œil humain moyen : $\alpha_{\text{lim}} = 3,3 \times 10^{-4} \text{ rad}$
- Distance Terre-Lune : $d_{\text{T-L}} = 3,8 \times 10^8 \text{ m}$

Questions**4. Grossissement de la lunette.**

- 4.1 Exprimer le grossissement G en fonction de f_1 et f_2 .
- 4.2 *Toute trace de recherche, même incomplète, ou d'initiatives, même infructueuses, serait prise en compte à l'examen.*
En observant la Lune depuis la Terre avec cette lunette, évaluer la possibilité de distinguer le drapeau américain posé en 1969.

Coups de pouce

- 4.1 Utiliser une relation trigonométrique dans le triangle $O_1A'B'$, puis dans le triangle $A'B'O_2$ ainsi que l'approximation des petits angles.
- 4.2 Estimer la taille du drapeau et calculer l'angle d'observation α à l'œil nu. Déterminer l'angle d'observation α' à travers la lunette et conclure.