

C10 – TP1 : Découverte de la lunette astronomique

CONTEXTE DE LA SITUATION

Depuis le XVII^{ème} siècle où elles sont apparues, les lunettes astronomiques se sont perfectionnées. Le principe est resté le même : elles permettent d'observer l'image agrandie correspondant à un objet éloigné.

Toutes les lunettes sont composées de deux lentilles : l'objectif (côté objet) et l'oculaire (côté œil).

Le but de cette séance est de comprendre pourquoi elles ont un encombrement différent et de trouver l'intérêt de posséder une lunette astronomique très encombrante.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

Matériel utilisé

- Banc optique avec objet-source lumineux
- Écran blanc

| Lentilles utilisées | L ₀ | L ₁ | L ₂ | L ₃ |
|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Banc optique cuivré | C ₀ = 3 δ | C ₁ = 5 δ | C ₂ = 20 δ | C ₃ = 8 δ |
| Banc optique noir | C ₀ = 3,3 δ | C ₁ = 8 δ | C ₂ = 20 δ | C ₃ = 10 δ |

Fonctionnement de l'œil

Le cristallin de l'œil humain peut être modélisé comme une lentille mince convergente. L'image se forme toujours sur la rétine, quelle que soit la position de l'objet : il s'agit du phénomène d'accommodation.

L'observation sans fatigue correspond à un œil au repos, pour des muscles ciliaires détendus : c'est le cas pour un objet à l'infini.

Le grossissement

Le grossissement d'une lunette est une notion importante, qui permet d'établir ses caractéristiques techniques. C'est une grandeur sans unité reliant l'angle α sous lequel on observe l'objet AB à l'œil nu et l'angle α' sous lequel on observe son image A'B' à travers la lunette :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} \text{ (Les angles sont exprimés en radians.)}$$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Modélisation d'une lunette astronomique

1.1. Calculer les distances focales de chacune des lentilles utilisées : f'_0, f'_1, f'_2 et f'_3

1.2. Simulation d'un objet à l'infini

1.2.1. Comment simuler un objet à l'infini au moyen d'une lentille convergente ?

1.2.2. Mettre en œuvre le protocole suivant :

- À l'extrémité gauche du banc optique, placer un objet-source lumineux.
- Placer la lentille (L₀) de sorte que l'objet-source soit dans son plan focal objet.
- Placer un écran et essayer de trouver l'image de l'objet-source.

1.3. L'objectif de la lunette

1.3.1. Mettre en œuvre le protocole suivant :

- Placer à quelques cm de la lentille L_0 la lentille (L_1), qui est l'objectif de la lunette.
- Rechercher à l'aide d'un écran l'image formée par L_1 : C'est l'image intermédiaire.

1.3.2. Noter la distance entre L_1 et cette image. Comparer la distance mesurée avec f'_1 . Est-ce cohérent ? Justifier.

1.4. Le système afocal

1.4.1. Comment doit être l'image finale de la lunette afin d'être vue nette et sans fatigue par l'œil ? Justifier.

1.4.2. Où doit être placée l'image intermédiaire par rapport à l'oculaire, la lentille (L_2) ? Justifier.

1.4.3. Quelle est la distance entre les deux lentilles (L_1) et (L_2) ?

1.5. L'oculaire de la lunette

1.5.1. Mettre en œuvre le protocole suivant :

- Placer l'oculaire, modélisé par la lentille (L_2) à la distance trouvée précédemment.
- Rechercher avec un écran l'image formée par (L_2).
- Placer l'œil derrière (L_2) en direction de l'objet-source.

1.5.2. Où se forme l'image finale de la lunette astronomique ?

1.5.3. Comment est vue l'image à travers la lunette astronomique ?

1.5.4. Où se trouve le pôle Nord de la Lune lorsqu'on la regarde à travers une lunette astronomique ?

1.6. L'œil réduit

1.6.1. Comment simuler un œil réduit observant une image à l'infini avec une lentille convergente et un écran ?

1.6.2. Mettre en œuvre le protocole suivant :

- Placer la lentille (L_3) (qui joue le rôle du cristallin) à quelques cm de la lentille (L_2).
- Déplacer l'écran (qui joue le rôle de la rétine) afin que l'image finale de la lunette astronomique soit nette.
- Relever la distance entre (L_3) et l'écran.

1.6.3. À quoi correspond la distance précédente ?

2. Le grossissement d'une lunette astronomique

2.1. Mettre en œuvre le protocole suivant :

- Mesurer sur l'écran modélisant la rétine de l'œil, la dimension $A'B'$ de l'image de l'objet-source observé à travers la lunette afocale.
- Enlever l'objectif et l'oculaire du banc optique.
- Mesurer, sur l'écran modélisant la rétine de l'œil, la dimension $A_0'B_0'$ de l'image de l'objet O observé sans la lunette.

2.2. Le grossissement expérimental peut-être calculé par $|G| = \frac{A'B'}{A_0'B_0'}$. Calculer sa valeur.

2.3. Sur le banc optique, inverser les positions de l'objectif et de l'oculaire. Observer et commenter.

3. Schéma d'une lunette astronomique.

- 3.1. Sur une feuille de papier millimétré, en format paysage, faire un schéma avec les échelles suivantes : horizontalement 1 : 5 et verticalement 1 : 1. Placer sur le schéma l'objet-source tout à gauche de la feuille (noté AB, de dimension AB = 2 cm) et la lentille L_0 (de diamètre 8 cm).
- 3.2. Tracer les rayons lumineux issus de L_0 . Peut-on voir l'image de l'objet source sur un écran ?
- 3.3. Placer la lentille (L_1) (de diamètre 8 cm) et tracer les rayons lumineux permettant de construire l'image intermédiaire A_1B_1 .
- 3.4. Placer la lentille (L_2) de diamètre 8 cm et tracer les rayons lumineux qui permettent de former l'image finale à travers la lunette astronomique.
- 3.5. Le grossissement
 - 3.5.1. Indiquer les angles : α : l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu et α' : l'angle sous lequel l'image est vue à travers la lunette.
 - 3.5.2. Grâce à des relations trigonométriques, montrer que $G = \frac{f'_1}{f'_2}$.
 - 3.5.3. En déduire pourquoi l'oculaire d'une lunette est nécessairement plus convergent que l'objectif.
 - 3.5.4. Calculer le grossissement pour la lunette modélisée en TP et vérifier que la valeur correspond à celle trouvée à la question 2.2.

4. Bilan

Répondre à la problématique de début de séance.

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.