

TP 4 : La lunette astronomique

TP INFO

TP du chapitre 19 lorsque le chapitre est fini.

MOTS CLES:

Système afocal – Grossissement

Objectif – Oculaire

PREREQUIS

- Image réelle, image virtuelle.

- Démonstration de la formule du grossissement de la lunette astronomique $G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$

OBJECTIFS

- Réaliser une maquette de lunette pour en déterminer le grossissement G .

- Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran.

Introduction

La lunette astronomique a vu le jour au début du XVII^e siècle. La première fut présentée par Galilée. Képler la perfectionna et proposa un modèle à deux lentilles convergentes, l'une de grand diamètre et de grande focale jouant le rôle **d'objectif**, l'autre de courte focale : **l'oculaire**. Le tout constituant un système **afocal**.

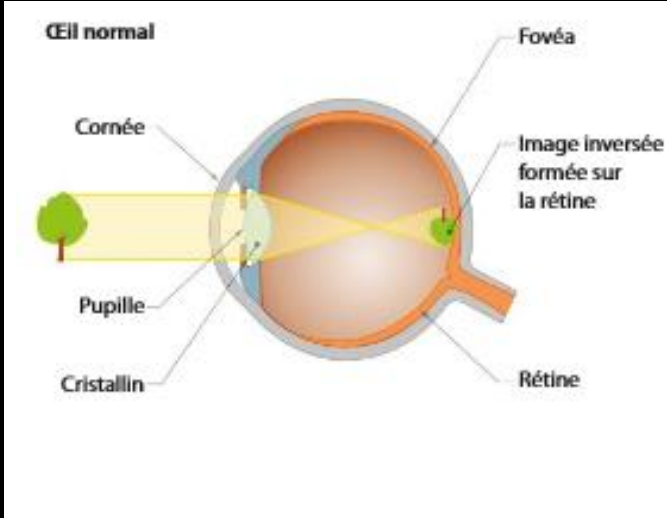
Cette lunette est destinée à l'observation d'objets très lointains comme les planètes, satellites et étoiles. Elle augmente le **diamètre apparent** et la **luminosité** des objets comme les planètes. Les objets sans diamètre apparent comme les étoiles seront toujours perçus ponctuels mais avec une plus grande luminosité.

Comment modéliser une lunette astronomique et déterminer son grossissement ?

I. Réalisation de la maquette de la lunette astronomique

1. Modélisation de l'objet à l'infini, de l'œil, de la lunette

Document 1 : Modèle de l'œil et condition d'observation sans fatigue [1]



Le cristallin de l'œil humain peut être modélisé par une lentille mince convergente. L'image se forme sur la rétine modélisée par un écran.

La distance entre le cristallin et la rétine **est fixe**, pour voir net, le cristallin se bombe plus ou moins pour essayer de former l'image sur la rétine. On appelle cela **l'accommodation**. Ceci est modélisé par un changement (diminution) de distance focale de la lentille.

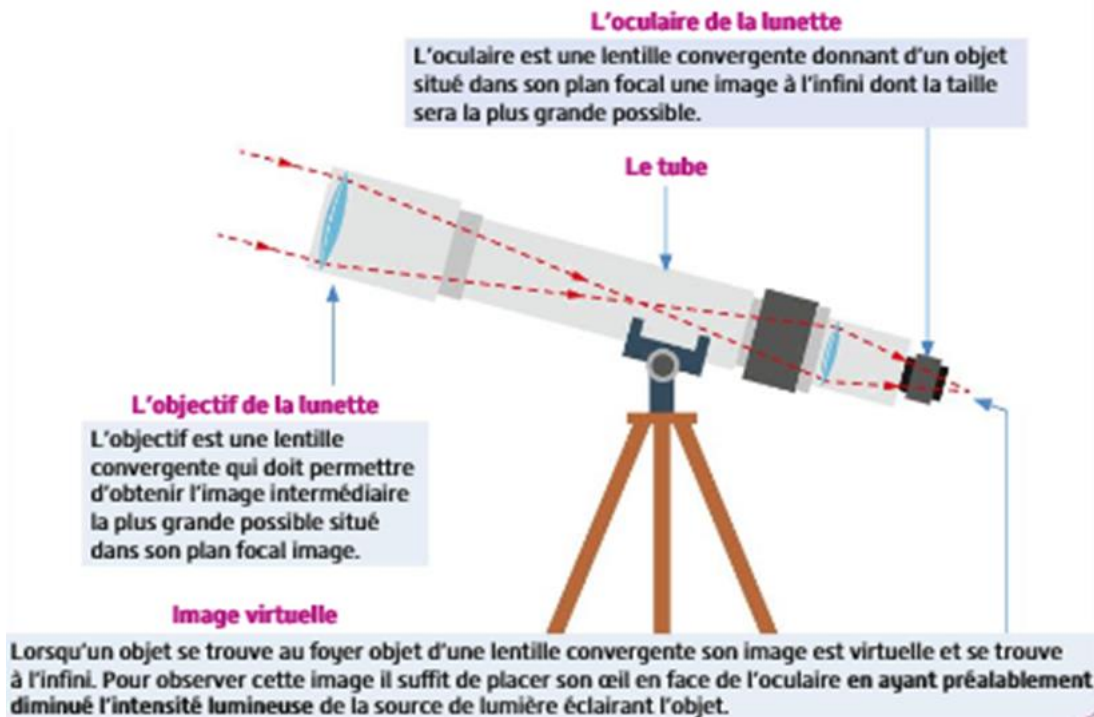
Un œil observe sans fatigue, donc sans accommodation, lorsque le cristallin est au repos (le moins bombé, focale la plus grande). Les rayons incidents sont alors parallèles entre eux ce qui correspond à un objet à l'infini.

Document 2 : Liste de matériel

- banc optique – 4 lentilles convergentes – source lumineuse – écran – objet

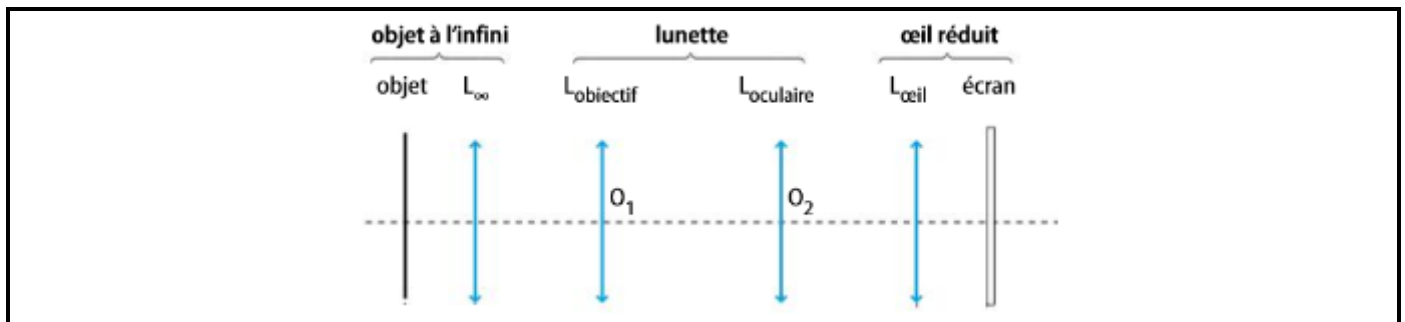
Document 3 : La lunette afocale [1]

Elle permet d'obtenir d'un objet à l'infini une image à l'infini.
Elle se compose d'une première lentille appelée objectif qui donne de l'objet une image dans son plan focal image.
Cette image est utilisée comme objet par la seconde lentille appelée oculaire qui donne une image finale située à l'infini.

**Document 4 : Simulation en ligne**

Lentille mince

<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/optigeo/lentillemince.html>

Document 5 : Schéma du dispositif expérimental [2]**2. Questions****a. Création d'un objet à l'infini**

Le but ici est d'utiliser une association objet-lentille pour représenter un objet à l'infini : $A_{\infty} B_{\infty}$

- *Quelle caractéristique possèdent les rayons issus d'un objet à l'infini ?
- *A l'aide de la simulation en ligne du document 4, déterminer la position d'un objet par rapport à la lentille pour que l'image donnée par ce système optique puisse être considérée comme à l'infini.
- Réaliser cette association avec une lentille (L_{∞}) de focale $f'_{\infty} = +20$ cm et un objet éclairé accolé à du papier calque en positionnant l'objet le plus à gauche du banc optique.
- Vérifier en positionnant votre œil en sortie du système optique.

Appel 1

b. Création de l'œil

5. Utiliser une lentille ($L_{\text{œil}}$) de focale $f'_{\text{œil}} = +15$ cm et un écran pour réaliser une maquette d'un œil emmétrope en utilisant ce qui a été fait à la partie a. Cet « œil » sera positionné à droite sur le banc optique. Expliquer rapidement la démarche.

Appel 2

c. Création de la maquette de la lunette

6. Prendre une lentille de focale $f'_1 = +30$ cm pour l'objectif (L_1) et une autre (L_2) de focale $f'_2 = +10$ cm pour l'oculaire¹. Les positionner de manière à observer une image nette sur l'écran de l'œil réduit. Expliquer la démarche et schématiser le dispositif complet.
7. La position de la lunette sur le banc optique a-t-elle une importance ?

II. Comment déterminer le grossissement de la lunette ?

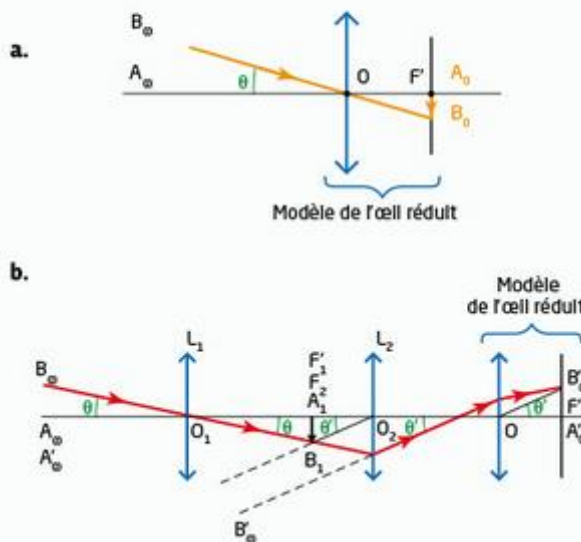
Document 5 : Grossissement d'une lunette [3]

Le grossissement G d'une lunette se définit par la relation suivante :

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

Avec :

θ l'angle sous lequel est vu l'objet à l'œil nu
 θ' l'angle sous lequel est vue l'image de l'objet à travers la lunette astronomique afocale



1. Mesures

8. Mesurer la distance O_1O_2 et exprimer son incertitude type $u_B(O_1O_2)$
9. Comparer cette distance à $f'_1 + f'_2$ en calculant² : $z = \frac{|O_1O_2 - (f'_1 + f'_2)|}{u_B(O_1O_2)}$. Commenter le résultat.
10. A l'aide d'une feuille, chercher la position de l'image intermédiaire A_1B_1 et vérifier qualitativement que les distances O_1A_1 et A_1O_2 sont respectivement en accord avec les valeurs des focales de l'objectif et de l'oculaire.
11. Trouver une méthode pour déterminer le grossissement en utilisant la formule : $G = \frac{\theta'}{\theta}$. On utilisera l'approximation³ des petits angles.
12. Exprimer le résultat de G avec son incertitude type u_G en utilisant la formule suivante :

¹ On pourra ensuite tester une lentille de 5 cm de focale pour l'oculaire.

² On considère ici que les valeurs des focales données par le fabricant le sont avec une incertitude type négligeable, elles peuvent servir de référence

³ Approximation forte ici notamment pour θ'

$$\frac{u(G)}{G} = \sqrt{\left(\frac{u(A'_0B'_0)}{A'_0B'_0}\right)^2 + \left(\frac{u(A_0B_0)}{A_0B_0}\right)^2}$$

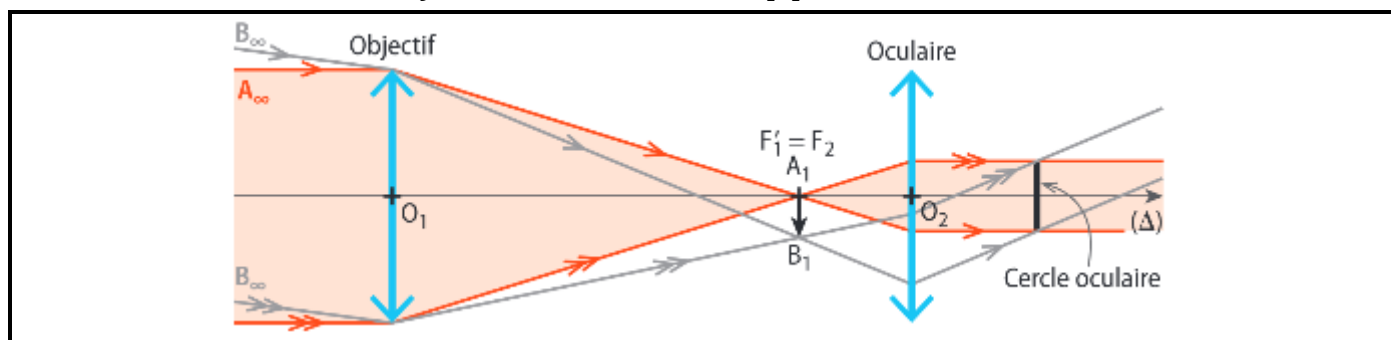
Appel 3

13. Avec la même méthode qu'à la question 9, comparer la valeur de G trouvée à $G_{\text{théo}} = \frac{f'_1}{f'_2}$

III. Pour aller plus loin

1. Cercle oculaire

Document 6 : Construction et définition du cercle oculaire [4]



14. Diaphragmer l'objectif puis repérer en déplaçant une feuille derrière la lunette la position où le faisceau a l'encombrement minimum. C'est l'image de la monture de l'objectif donnée par l'oculaire.
 15. Pourquoi est-il intéressant de positionner sa pupille au cercle oculaire ?

2. Diaphragme de champ et diaphragme d'ouverture

16. Placer un diaphragme devant (L_2). Que constate-t-on ? On l'appelle diaphragme de champ.
 17. Placer un diaphragme devant (L_1). Que constate-t-on ? On l'appelle diaphragme d'ouverture

Références

- [1] Physique Chimie Tle Spé, Belin Education, 2020.
 [2] Espace Physique Chimie Terminale Spé, Bordas, 2020.
 [3] Sirius, Physique Chimie Spécialité, Nathan, 2020.
 [4] Physique Chimie Spécialité, Hatier, 2020.