

THÈME 4

ONDES ET SIGNAUX

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers de Strasbourg

Septembre 2023

CHAPITRE 4.1 : LUNETTE ASTRONOMIQUE

I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

1. Qu'est-ce qu'une lentille mince convergente ?
2. Caractéristiques d'une lentille convergente
3. Rayons particuliers et formation de l'image
4. Caractéristiques de l'image
5. Œil réduit et accommodation

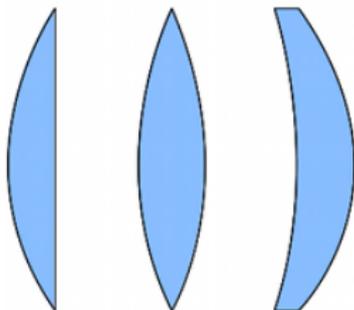
II. La lunette astronomique

1. Constitution d'une lunette astronomique
2. Construction de la marche des rayons lumineux
3. Grossissement

I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

1. Qu'est-ce qu'une lentille convergente

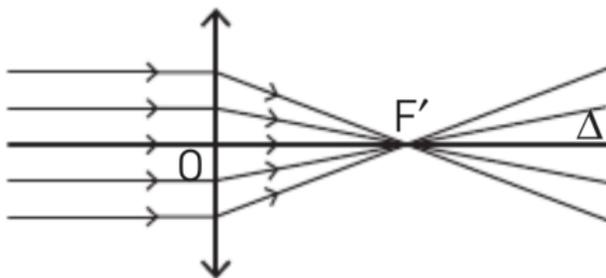
- Une **lentille mince convergente** est une pièce de verre plus épaisse en son centre que sur ses bords.
- Elle est délimitée par deux surfaces, sphériques ou plane pour l'une d'elles.



I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

2. Caractéristiques d'une lentille convergente

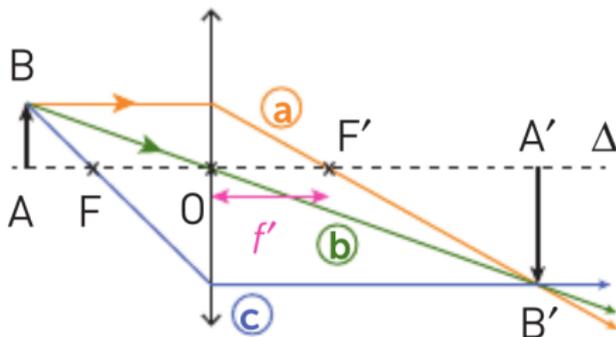
- On schématise une lentille mince par une flèche, son centre optique est nommé O et son axe optique (Δ).
- Lorsque des rayons lumineux parallèles à l'axe optique arrivent sur la lentille, ils en ressortent en se coupant en un point particulier, F' , appelé **foyer image** de la lentille.
- La distance $f' = OF'$ entre le centre optique et le foyer est appelée **distance focale** de la lentille.



I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

3. Rayons particuliers et formation de l'image

- Tout rayon parallèle à l'axe optique ressort de la lentille en passant par le foyer image F' (rayon (a)).
- Symétriquement par rapport au centre optique O , il existe un foyer objet, F tel que tout rayon passant par ce point sort de la lentille parallèlement à l'axe optique (rayon (c)).
- En outre, tout rayon passant par le centre optique O de la lentille n'est pas dévié au cours de la traversée de la lentille (rayon (b)).
- L'image du point B est le point d'intersection des rayons lumineux sortant de la lentille, à savoir le point B' .



I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

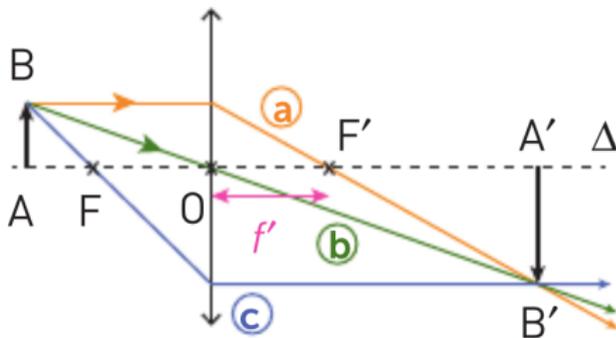
4. Caractéristiques de l'image

- L'image $A'B'$ est renversée car elle apparaît à l'envers sur l'écran par rapport à l'objet AB .
- Selon la position de l'objet, l'image peut être plus grande (agrandie) ou plus petite (rétrécie) que l'objet.
- On définit alors le **grandissement** par le rapport de la taille de l'image à celle de

l'objet : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

- Si $|\gamma| > 1$, l'image est agrandie ; si $|\gamma| < 1$, l'image est rétrécie.

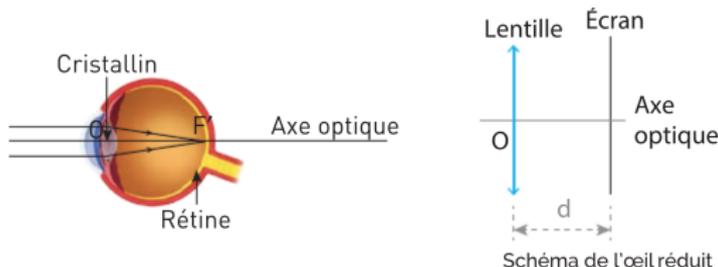
- En utilisant le théorème de Thalès, on démontre que $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}}$



I. Les lentilles minces convergentes et l'œil

5. Œil réduit et accommodation

- Un façon simple de modéliser le fonctionnement de l'œil est de représenter le cristallin (et les milieux transparents) par une lentille mince convergente et la rétine par un écran.



- Lorsque l'œil est au repos comme sur le schéma ci-dessus, l'image d'un objet très éloigné se forme sur la rétine. Cela ne demande aucun effort oculaire : on dit alors que l'œil n'a pas besoin d'**accommoder**.
- Pour un objet proche, l'œil doit **accommoder**, c'est-à-dire adapter le cristallin pour que l'image se forme toujours sur la rétine. Des muscles oculaires permettent de rendre le cristallin plus convergent pour observer une image nette d'un objet proche.
- Cette **accommodation** est un réflexe mais est responsable de la fatigue oculaire ressentie après une longue séance de lecture par exemple.

II. La lunette astronomique

1. Constitution d'une lunette astronomique

- Destinée à l'observation d'objets éloignés (situés à l'infini), elle doit donner une image à l'infini si l'on veut que l'observateur n'ait pas besoin d'accommoder.
- La lunette astronomique est composée de deux systèmes optiques :
 - un objectif de grande distance focale (et de grand diamètre) qui donne de l'objet observé une image intermédiaire de grande dimension.
 - un oculaire de petite distance focale qui permet d'observer cette image intermédiaire.

II. La lunette astronomique

1. Constitution d'une lunette astronomique

- Sur le banc d'optique, on modélisera la situation de la façon suivante :

Réalité	Modélisation
Objet à l'infini (étoile)	Flèche ou lettre percée dans un écran
Objectif de la lunette	Lentille convergente de grande distance focale
Oculaire de la lunette	Lentille convergente de petite distance focale
Cristallin de m'œil	Lentille convergente $f' = 10$ cm
Rétine	Écran placé au foyer image de la lentille modélisant le cristallin

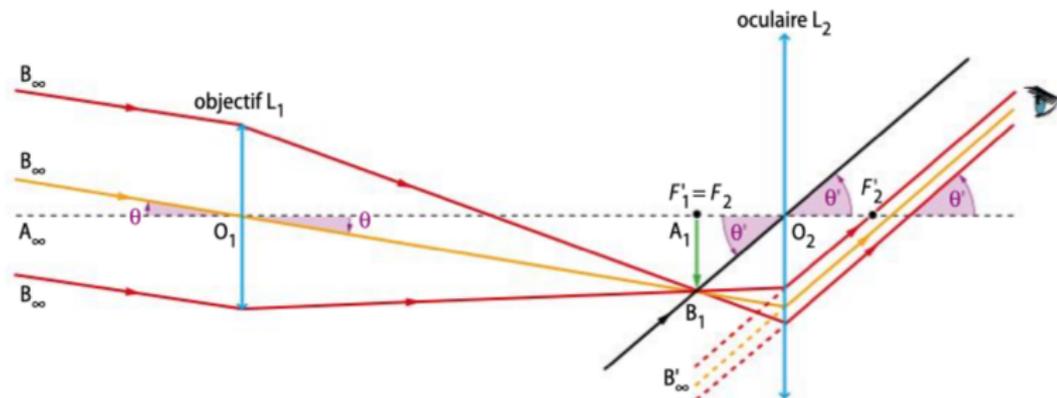
II. La lunette astronomique

2. Construction de la marche des rayons lumineux

- L'objectif donne de l'objet à l'infini une image intermédiaire dans le plan focal image de l'objectif.
- L'oculaire donne de cette image intermédiaire une image définitive à l'infini.
- On dit que la lunette astronomique est un instrument **afocal**, c'est-à-dire que tout faisceau de rayons lumineux parallèles arrivant sur l'instrument ressort également en faisceau de rayons parallèles.

II. La lunette astronomique

2. Construction de la marche des rayons lumineux



II. La lunette astronomique

3. Grossissement

- Par définition, le **grossissement** est donné par $G = \frac{\theta'}{\theta}$
- θ est l'angle sous lequel on observe l'objet à l'œil nu et θ' est l'angle sous lequel on observe l'objet à travers la lunette astronomique.
- Pour des rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique et proches de l'axe optique (rayons paraxiaux), on a de petits angles tels que $\tan \theta \simeq \theta$
- D'après la figure précédente, on a $\tan \theta = \frac{A_1 B_1}{f_1} \simeq \theta$ et $\tan \theta' = \frac{A_1 B_1}{f_2} \simeq \theta'$
- On a donc $G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{A_1 B_1}{f_2} \times \frac{f_1}{A_1 B_1} = \frac{f_1}{f_2}$
- Le **grossissement d'une lunette astronomique est donc égal au rapport de la distance focale de l'objectif à la distance focale de l'oculaire** : $G = \frac{f_{\text{obj}}}{f_{\text{ocu}}}$

EXERCICES :

PP449-461 n°44, 46 et 49