

Thème : Former des images  
Cours 22 : La lunette astronomique  
(version élèves)

---

B.O. Modèle optique d'une lunette astronomique avec objectif et oculaire convergents. Grossissement.

**I. Histoire de la lunette astronomique. (A préparer à la maison)**

1. Science et Philosophie.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=HXfR99nTEEs> Tour du Monde – Tour du Ciel 5/10 Michel serres – Pierre Léna.  
De 7 min 20 s à 15 min 00 s (durée : 7 min 40 s)

- Répondez à la question posée par le commentateur : Pourquoi l'invention de la lunette arrive-t-elle si tard dans l'histoire de l'astronomie ?
- En quoi consistait l'astronomie avant Galilée ? Quel est le schéma important de l'astronomie ?
- Qu'est-ce que Galilée a pu observer qui n'était pas visible à l'œil nu ?

2. De la lunette de Galilée à la lunette astronomique de Képler (au programme de cette année)

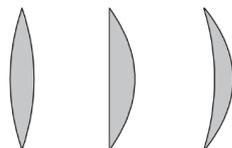
Lire les pages web suivantes et indiquer quelle est la différence entre la lunette de Galilée et la lunette de Képler.

Lunette de Galilée : <http://serge.bertorello.free.fr/optique/instrum/galilee.html>

Lunette de Képler : <http://serge.bertorello.free.fr/optique/instrum/kepler.html>

**II. Notions nécessaires pour élaborer une lunette astronomique afocale.**

- Une lunette afocale a comme propriété de laisser ressortir de façon parallèle après la lunette astronomique, des rayons qui sont parallèles entre eux avant la lunette astronomique.
- Une lentille mince convergente est un élément transparent (généralement en verre) ayant l'un des profils suivants :

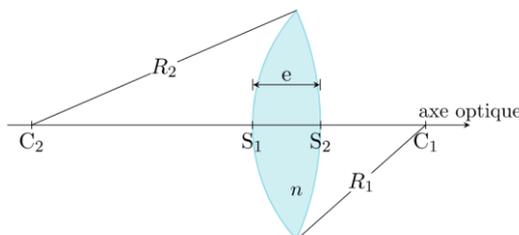


Le centre d'une lentille convergente est plus épais que ses bords.

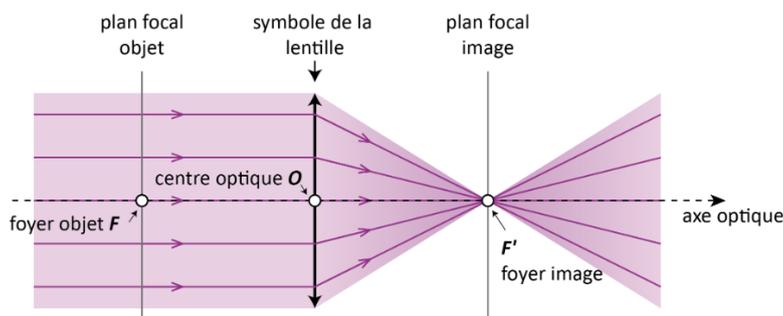
Le principe de déviation des faisceaux lumineux par une lentille repose sur la différence d'indice de réfraction du verre utilisé pour la lentille et son milieu environnant (l'air).

Une lentille mince est une lentille dont l'épaisseur  $e$  reste faible devant les rayons de courbure  $R_1$  et  $R_2$  de ses faces.

Si on a :  $e \ll R_1 ; e \ll R_2$  et  $e \ll C_1C_2$ , la lentille est dite mince.



Les points, plans et distances caractéristiques d'une lentille convergente sont définis par son action sur un faisceau incident de lumière parallèle :



Les grandeurs utilisées sont des grandeurs algébriques. Les distances orientées dans le même sens que l'axe optique seront comptées positivement et celles dans le sens opposé seront comptées négativement.

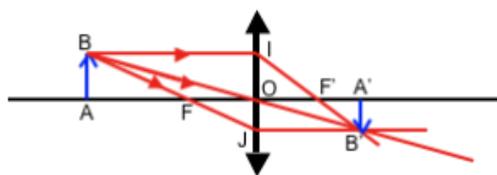
- la distance focale image notée  $\overline{OF'}$  ou  $f'$  est positive.
- la distance focale objet notée  $\overline{OF}$  ou  $f$  est négative.
- $\overline{OF} = -\overline{OF'}$  ou  $f = -f'$
- Rappels sur les relations de conjugaisons.

Relations de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

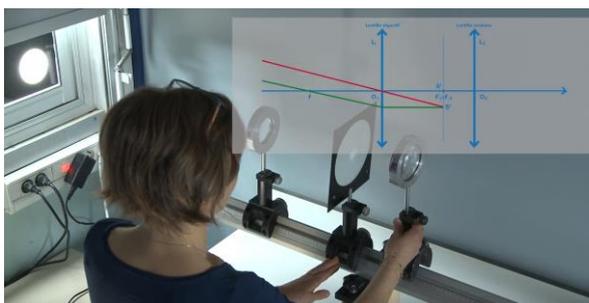
Relations de Newton :

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = \overline{OF} \cdot \overline{OF'} = -f'^2$$



### III. Construction d'une lentille astronomique afocale (dite de Képler)

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=LJKJc-Xoc-E> (2 min 10 s)

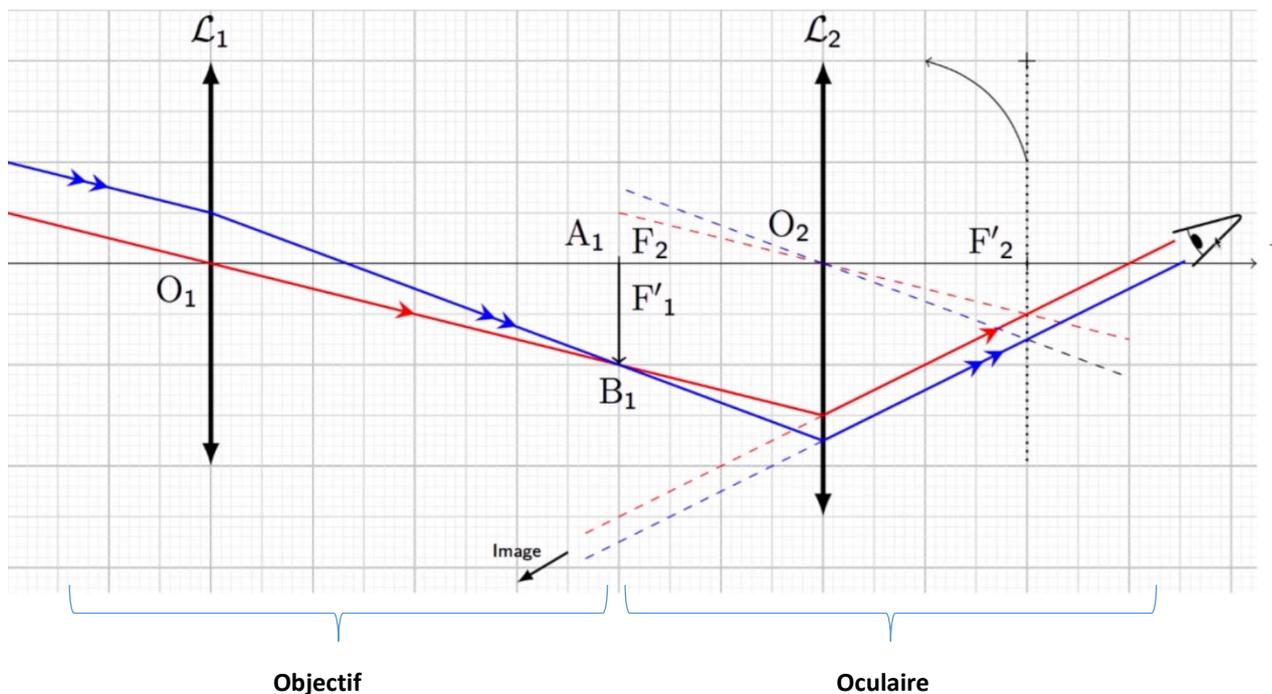


Rédiger un protocole de TP, récapitulant les différentes étapes de réalisation d'une lentille afocale.

### IV. Construction optique de la lunette astronomique afocale.

Vidéo sur la construction optique d'une lunette astronomique afocale (4 min 19 s)

<https://www.youtube.com/watch?v=2B-Qtax4fiE>

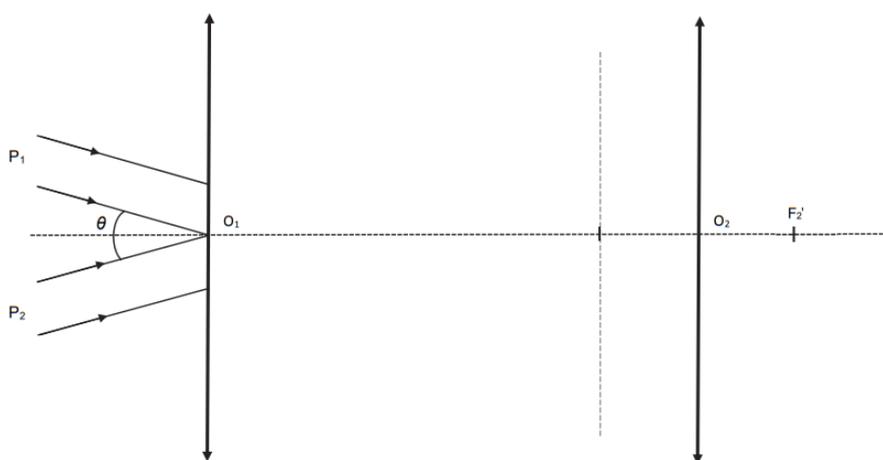


Afocale signifie que la lunette donne une image à l'infini d'un objet lui-même situé à l'infini

Rédiger un compte-rendu expliquant les différentes étapes de la construction géométrique d'une lunette afocale.

Exemple d'application :

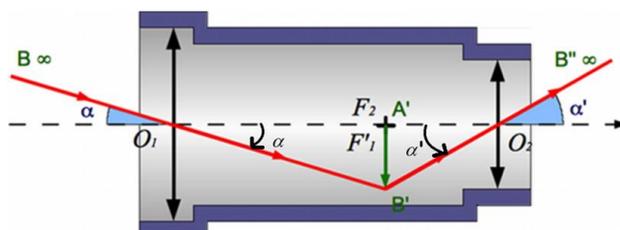
1. Représenter la marche des rayons lumineux issus des points P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>.
2. Représenter l'angle θ'.



**V. Établissement de l'expression du grossissement d'une lunette afocale.**

Par définition, le grossissement a pour expression  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

Par exemple, si on observe la Lune avec une lunette astronomique, α et α' correspondent respectivement au diamètre apparent de la Lune et celui de son image définitive.



Nous allons considérer que les angles α et α' sont petits.

Par conséquent, nous pouvons considérer que la valeur de  $\tan \alpha = \alpha$  α étant exprimé en radian.

De même pour l'angle  $\tan \alpha' = \alpha'$

Dans le triangle O<sub>1</sub>A'B' triangle en A', on a  $\tan \alpha = \alpha = \frac{\overline{A'B'}}{O_1A'} = \frac{\overline{A'B'}}{O_1F_1'} = \frac{\overline{A'B'}}{f_1}$   $\overline{A'B'} < 0$  et  $\overline{f_1} > 0$

Dans le triangle O<sub>2</sub>A'B' triangle en A', on a  $\tan \alpha' = \alpha' = \frac{\overline{A'B'}}{O_2A'} = \frac{\overline{A'B'}}{O_2F_2} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{f_2}}$   $\overline{A'B'} < 0$  et  $\overline{f_2} < 0$

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{\overline{A'B'I}}{\overline{f_2}}}{\frac{\overline{A'B'I}}{\overline{f_1}}} = \frac{\overline{f_1}}{\overline{f_2}}$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{G} = \frac{\overline{f_1}}{\overline{f_2}}$$

Le grossissement est négatif, ce qui traduit que l'image est inversée par rapport l'objet.

Remarque : la définition du grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  donne également un résultat négatif si les angles sont opposés en sens, ce qui est le cas avec la lunette astronomique afocale.

On utilise également l'expression de  $G$  utilisant  $\overline{f_1'}$  et  $\overline{f_2'}$  en prenant  $\overline{f_2} = -\overline{f_2'}$

Alors  $\mathbf{G} = -\frac{\overline{f_1'}}{\overline{f_2'}}$

$G$  est supérieur à 1 en valeur absolue, car  $\overline{f_1'} > \overline{f_2'}$  donc l'image obtenue est plus grande que l'objet.

$G$  est négatif, donc l'image est renversée.

En utilisant les termes de distance focale de l'objectif et distance focale de l'oculaire, le grossissement a pour expression

$$\mathbf{G} = \frac{f_{\text{objectif}}}{f_{\text{oculaire}}}$$

VI. Exploitation des données caractéristiques d'une lunette commerciale. DM.

Un astronome amateur dispose d'une lunette dont les caractéristiques sont données dans le document 1. Il place à la sortie de la lunette, un oculaire dont les caractéristiques sont données dans le document 2.

Document 1

**TAKAHASHI Europe**  
 Accueil Lunettes astronomiques Télescopes Montures Accessoires Support Revendeurs Société

**Lunette apochromatique TOA-130**

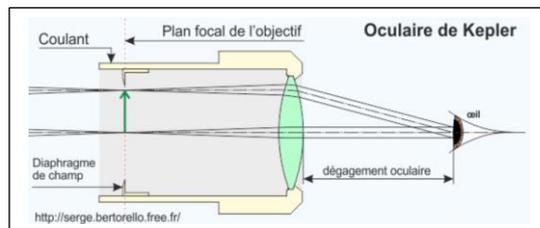
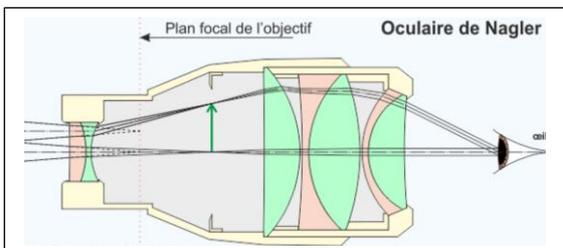
Données relatives à l'optique	
Caractéristique	TOA-130S TOA-130F
Objectif	Triplet Ortho Apochromatique
Assemblage	Air spaced
Matériaux	SD/ED
Traitements	Multicouche dur
Diamètre utile	130mm
Pouvoir séparateur	0,92"
Magnitude limite en visuel	12,67
Clarté	469x
<b>Montage standard</b>	
Focale	1000mm
Ouverture relative	F/D 7,7
<b>Avec correcteur TOA-FL35</b>	

Document 2

**Nagler**  
 82° Apparent Field Eyepieces  
**13-mm**

Model #	EN6-13.0
Focal Length (mm)	13
Barrel Size (in.)	1 1/4"
Apparent Field of View (deg.)	82
Eye Relief (mm)	12
Weight (lb / oz)	0.40 / 6.4
Field Stop (mm)	17.6

Compare to similar focal lengths



Questions : Recherche dans les documents et sur internet.

1. Quel est la valeur du diamètre  $D$  de la lunette ?
2. Quelle est la valeur de sa distance focale  $F$  ?
3. Retrouver par un calcul, la valeur de l'ouverture relative de cette lunette.
4. De combien de lentille est constitué l'objectif de cette lunette astronomique ?
5. Que signifie apochromatique ?
6. De combien de lentilles est constitué l'oculaire Nagler ?
7. Donner la définition du pouvoir séparateur (ou de résolution)
8. Quelle est la valeur du pouvoir séparateur le l'œil humain ?
9. Donner la définition de la magnitude visuelle.
10. Quelle est la valeur de la magnitude visuelle limite de l'œil nu ?
11. Il adapte sur sa lunette, l'oculaire indiqué dans le document 2. En déduire la valeur du grossissement obtenu.
12. L'astronome amateur tente d'observer l'étoile double Castor dans la constellation à l'œil nu. Pourrait-il en théorie observer et distinguer ces deux étoiles ? En réalité, il n'arrive pas à les distinguer l'une de l'autre. Proposer des raisons à cet échec.
13. L'astronome amateur observe maintenant l'étoile double Castor à l'aide sa lunette astronomique et de son oculaire. Justifier le fait qu'il réussit à les observer.

Document 3

Etoile double Castor Gémeaux (mois d'Avril)

Temps de pose :  $20 \times 2$  s (par couleur Rouge-Vert-Bleu)

Distance : 49,8 a.l

Ecart entre **Castor** et **SAO 60199** (binaire visuelle) : 72'' d'arc

(Ces étoiles ont des doubles spectroscopiques)

Magnitude 1,96 pour l'étoile bleue et 2,91 pour l'étoile jaune



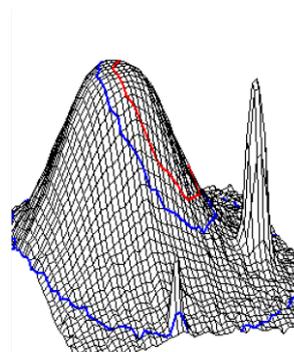
Température capteur :  $-10^{\circ}\text{C}$  ; Ciel assez clair ; un peu de vent ; turbulence moyenne

Constellation des Gémeaux

Logiciel Limovie : Analyse de l'intensité lumineuse



Constellation des Gémeaux



Réponses :