

Objectifs :

- Modéliser et construire une lunette astronomique.
- Déterminer le grossissement de la lunette.

Historique :

La lunette astronomique est un appareil optique qui permet l'observation des astres et de les voir sous un diamètre apparent plus grand qu'à l'œil nu.

Son invention est anonyme et viendrait de l'Italie ou du Nord de l'Europe vers 1600, mais c'est Galilée qui entrera dans l'histoire en construisant en 1609 une lunette astronomique constituée de deux lentilles convergente et divergente, et qui lui permettra d'observer les cratères de la Lune et de découvrir certains satellites de Jupiter.

Dans le même temps, Kepler mettra au point sa lunette astronomique constituée de deux lentilles convergentes.



Lunette astronomique. Fin 18^e siècle

I) Description de la lunette astronomique :

On se propose d'étudier au cours de ce TP, la lunette astronomique construite par Kepler et constituée de deux systèmes optiques :

- Un objectif de très grande distance focale (de l'ordre du mètre) et de grand diamètre.
- Un oculaire qui joue le rôle d'une loupe dont la distance focale est de l'ordre du centimètre.

Une lunette astronomique peut-être modélisée par deux lentilles minces convergentes de même axe optique. On s'intéressera uniquement au cas de la lunette afocale dans laquelle le foyer principal image F'_1 de l'objectif est confondu avec le foyer principal objet F_2 de l'oculaire.

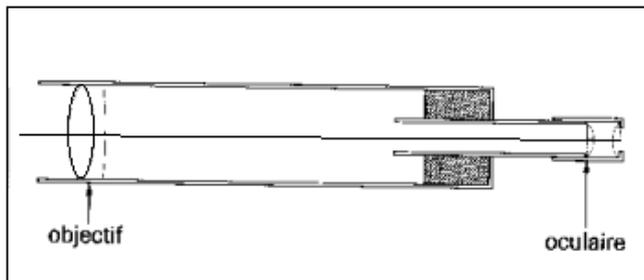


FIG. 1 Schéma d'une lunette astronomique.

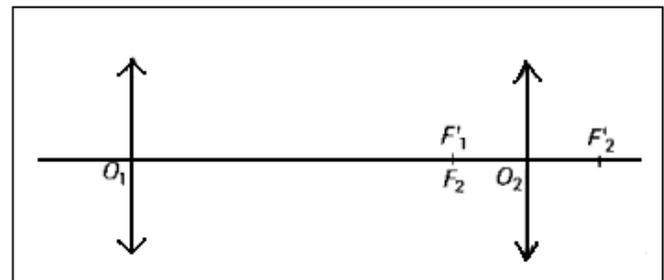
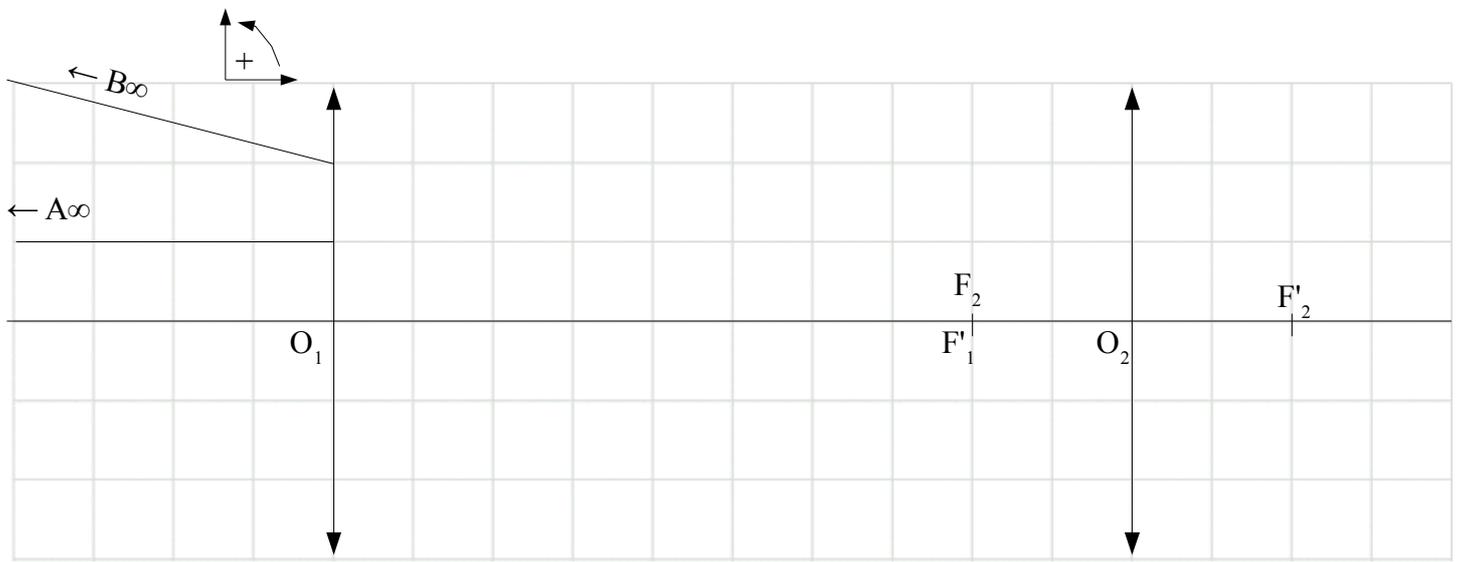


FIG. 2 Modélisation d'une lunette astronomique afocale.

II) Formation des images :

- L'objet observé au travers d'une lunette astronomique est toujours situé à grande distance de la lunette. Ainsi il sera considéré comme étant situé à l'infini. Dans ces conditions, l'objectif donne de cet objet une image A_1B_1 située dans son plan focal. Un seul rayon, celui issu de du point B (à l'infini) passant par le centre de la lentille suffit pour la construire.
- L'image A_1B_1 sert d'objet pour l'oculaire qui en donne une image $A'B'$. La lunette étant afocale, A_1B_1 se trouve dans le plan focal objet de l'oculaire. L'image définitive est donc rejetée à l'infini, B' étant dans la direction donnée par le rayon O_2B_1 .

A l'aide des indications précédentes, tracer sur le schéma suivant l'image formée par cette lunette astronomique.



III) Grossissement d'une lunette afocale :

1- L'astre, objet AB situé à l'infini, est vu à l'œil nu sous un angle Θ . Retrouver cet angle sur la schéma précédent.

2- L'œil, situé derrière l'oculaire, voit à travers celui-ci l'image A'B' sous un angle Θ' . Retrouver cet angle sur le schéma précédent.

3- On appelle grossissement d'une lunette le rapport : $G = \frac{\theta'}{\theta}$

a) En vous aidant du schéma précédent, exprimer $\tan\Theta$ en fonction de $\overline{A_1B_1}$ et f_1' .

b) En vous aidant du schéma précédent, exprimer $\tan\Theta'$ en fonction de $\overline{A_1B_1}$ et f_2' .

c) Les angles Θ et Θ' étant très petits, on peut faire les approximations suivantes : $\tan\theta \approx \theta$ et $\tan\theta' \approx \theta'$

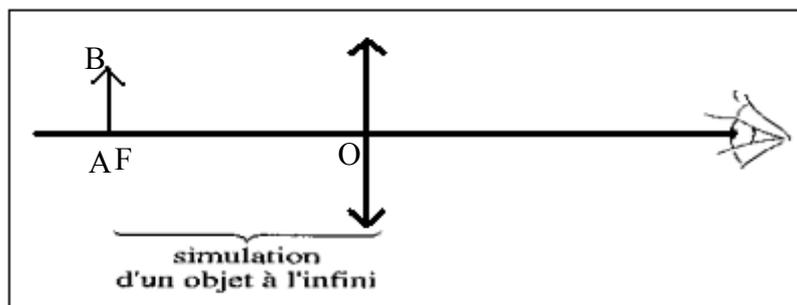
En déduire la nouvelle expression de G.

IV) Construction d'une lunette astronomique :

A) Simulation d'un objet à l'infini :

- On prendra comme objet lumineux la lettre F éclairée par la lanterne.
- Pour modéliser le fonctionnement de la lunette astronomique, il faudrait que l'objet soit très lointain. Mais on peut aussi simuler cette situation : pour cela, l'objet est placé dans le plan focal d'une lentille convergente $+3\delta$. A travers la lentille, la lettre F est vue comme s'il s'agissait d'un objet à l'infini.

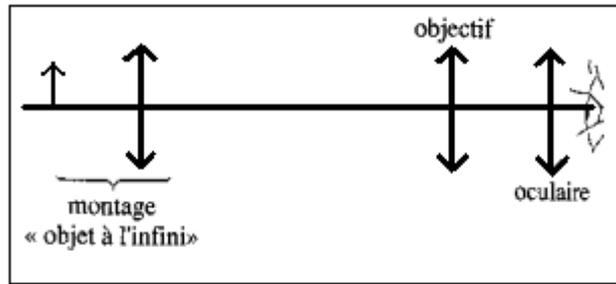
Réaliser le montage ci-dessous et observer la lettre F à travers la lentille.



Expliquer en traçant les rayons lumineux issus de B, pourquoi l'œil les reçoit comme si l'objet était à l'infini.

B) Réalisation de la lunette :

- L'objectif et l'oculaire sont modélisés par des lentilles convergentes de vergences respectives 2δ et 8δ .
- On règle les positions de la lentille de façon à obtenir une lunette afocale (F_1 et F_2 doivent être confondus)



- 1- Ou doit se former l'image intermédiaire par rapport à l'oculaire ?
- 2- En déduire la distance entre l'objectif et l'oculaire.

Observer l'image définitive donnée par votre montage en plaçant l'œil derrière l'oculaire. Corriger la mise au point en déplaçant légèrement l'oculaire pour voir une image nette.

C) Réaliser un œil réduit :

- *L'œil peut-être modélisé par une lentille convergente $\delta\delta$ faisant office de cristallin accompagnée d'un écran faisant office de rétine.*
- *Déplacer sur la banc un écran derrière l'oculaire. Repérer la position où la section de faisceau émergent se réduit à un petit cercle lumineux à bords nets, appelé cercle oculaire.*
- *Placer alors a ce niveau la lentille faisant office de cristallin, puis régler la position de l'écran faisant office de rétine, de façon à observer une image nette.*

Faire un schéma de la situation.

D) Détermination du grossissement de la lunette :

- 1- Déterminer la valeur de Θ en radian, à partir des valeurs de $\overline{O_1A_1}$ et de $\overline{A_1B_1}$. (On pourra faire l'hypothèse des petits angles $\tan \theta \approx \theta$).
- 2- Déterminer la valeur de Θ' en radian, à partir des valeurs de $\overline{O_2A_1}$ et de $\overline{A_1B_1}$. (On pourra faire l'hypothèse des petits angles $\tan \theta' \approx \theta'$).
- 3- Comparer votre valeur expérimentale avec la valeur théorique calculée avec la formule démontrée au III-3-c).