



Chapitre B5 – La lunette astronomique



Se positionner : feuille « Rappels d'optique géométrique »

Activité 1. Une lunette, ça sert à quoi et comment ça marche ?

1. Décrire, selon vous, l'intérêt d'une lunette astronomique.
2. Décrire les caractéristiques de ce qu'on voit à travers une lunette par rapport à l'objet observé.
3. Pour que l'observation se fasse de la façon la plus reposante possible pour l'œil, indiquer s'il faut que votre œil accommode ou qu'il regarde à l'infini.
4. Aux extrémités de la lunette, il y a deux lentilles. On les appelle *objectif* et *oculaire*. En pensant au sens ou à la racine de ces deux mots, indiquer sur la photo ci-contre où se situe l'objectif et où se situe l'oculaire.
5. Indiquer l'effet de la vis micrométrique située près de l'oculaire :
 - a. du point de vue de la géométrie de la lunette
 - b. du point de vue de ce qui est observé.

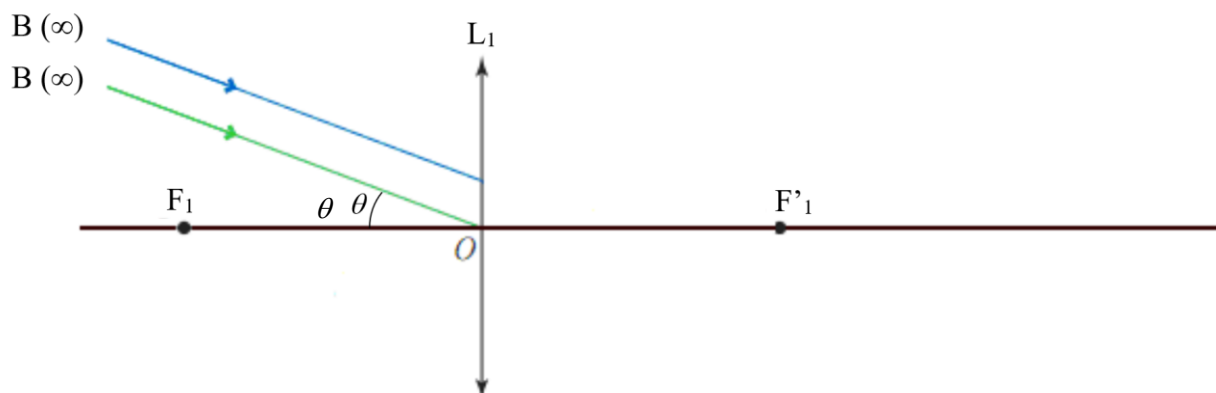


Activité 2. Ouvrons la lunette... dans le modèle

On cherche dans cette activité à comprendre comment avec deux lentilles convergentes on peut assurer la fonction d'une lunette : après avoir modélisé la lunette, il s'agira d'en faire une maquette avec deux lentilles. On s'impose les contraintes suivantes :

- On ne dispose que de deux lentilles convergentes de focales différentes.
- On cherche à observer un objet considéré à l'infini : en optique, l'infini, c'est juste loin par rapport à la taille de l'instrument d'optique.
- Pour le confort de la vision à travers l'appareil, l'image est située à l'infini : on reçoit un faisceau de rayons parallèles entre eux.

1. Compléter le schéma ci-dessous (sur lequel figure l'*objectif* noté L_1), en positionnant par construction le point B_1 , image de B par la lentille L_1 . On a représenté deux rayons venant de l'objet B à l'infini.



2. Représenter A_1B_1 , *image intermédiaire* : elle va servir d'objet pour l'oculaire.
3. Sachant que l'image de B_1 par l'oculaire L_2 est à l'infini, représenter le foyer objet de L_2 , la lentille L_2 et son foyer image, ainsi que la direction de l'image B' située à l'infini.
4. L'angle θ est l'angle sous lequel la lunette « voit » l'objet et donc aussi l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu par rapport à l'axe optique. De même, l'angle θ' est l'angle sous lequel on voit l'image à travers la lunette par rapport à l'axe optique. Indiquer cet angle θ' sur le schéma.



Le grossissement est défini par la relation $G = \frac{\theta'}{\theta}$.

- On considère que les angles exprimés en radian sont suffisamment faibles pour faire l'approximation $\tan \theta \approx \theta$. Exprimer θ puis θ' , et en déduire une expression du grossissement en fonction de f'_1 et f'_2 .
- La fonction de la lunette étant de voir un objet avec un angle apparent plus grand ($\theta' > \theta$), en déduire quelle lentille doit avoir la distance focale la plus grande. Refaire éventuellement un schéma si ce n'est pas le cas sur votre schéma précédent (schéma de la page *sommaire* pour refaire éventuellement).
- Lorsqu'un système optique fait d'un objet à l'infini une image à l'infini, on parle de système afocal.** C'est donc le cas de la lunette astronomique étudiée ici. Indiquer la relation que doivent vérifier f'_1 , f'_2 et O_1O_2 pour que cette lunette soit bien afocale.

.....

Activité 3. Ouvrons une lunette... « de poche »

.....

Vous avez devant vous deux lentilles fixées sur des tubes de PVC qui peuvent coulisser l'un dans l'autre : une de vergence 20δ (distance focale 5,0 cm), l'autre de vergence 5δ (distance focale 20 cm).

- Prévoir laquelle vous devez mettre devant votre œil pour voir une image agrandie.
- En observant un objet très éloigné et en observant à l'infini (œil au repos), vérifier la condition précédente (question 7 de l'activité 2) en mesurant approximativement la distance entre les deux lentilles.

Pour aller plus loin : Vérifier la condition pour obtenir un système afocal à l'aide du simulateur disponible sur www.prof-vince.fr.

Activité 4. Une lunette astronomique sur banc d'optique

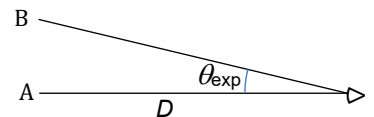
On utilise ici la maquette précédente mais sur banc d'optique. On utilise donc la lentille de vergence 5δ ($f'_1 = 20$ cm) comme objectif et celle de 20δ ($f'_2 = 5$ cm) comme oculaire. La valeur attendue pour le grossissement vaut donc 4 ($20/5$).

L'objet observé est constitué de 2 points lumineux notés A et B (distants de 30 cm) disposés sur le mur opposé. A est considéré sur l'axe des lentilles (pour les besoins du schéma de modélisation mais peu importe pour les mesures à suivre). Le banc d'optique peut être incliné avec un support élévateur afin de viser l'objet.

La distance entre l'objectif et l'objet est mesurée à l'aide d'un décimètre : $D = \dots\dots\dots$

Étude de l'objectif

- À l'aide du schéma ci-contre, **calculer** le diamètre apparent θ_{exp} de l'objet observé à l'œil nu si l'on met l'œil au niveau de l'objectif.
- Sur une page vierge en format paysage, **représenter** à 2 cm du bord gauche la lentille jouant le rôle d'objectif et faire figurer son foyer image (échelle 1 horizontalement). En choisissant de représenter un angle θ pas trop grand, représenter l'image intermédiaire A_1B_1 .
- Rappeler l'expression de la taille de A_1B_1 en fonction de θ et de f'_1 et **en déduire par un calcul sa valeur attendue** dans l'expérience.
- Mesurer** sur un écran placé dans le plan focal image de L_1 la valeur expérimentale de A_1B_1 et comparer.



Étude de l'oculaire

L'oculaire fonctionne comme une loupe. Il sert à observer l'image intermédiaire. On se limite au cas où l'image intermédiaire est située dans le plan focal objet de l'oculaire.

- Placer l'oculaire** sur le banc et effectuer alors l'observation de l'objet à travers la lunette (en visant). Il faut parfois ajuster la position de l'oculaire car l'objet n'est pas tout à fait à l'infini.
- Compléter** le schéma en représentant l'oculaire L_2 , ses foyers, puis la marche de toute la lumière issue de B traversant l'instrument. Faire figurer les diamètres apparents θ et θ' .

Grossissement expérimental G_{exp} obtenu avec la « lunette » utilisée dans ces conditions.

- Exprimer** le diamètre apparent expérimental noté θ'_{exp} en fonction de A_1B_1 mesuré et f'_2 puis **calculer** sa valeur.
- En déduire la valeur expérimentale du grossissement G_{exp} correspondant à cet usage de la lunette en faisant le rapport $\theta'_{\text{exp}}/\theta_{\text{exp}}$. Comparer à la valeur « attendue » (calculée grâce à f'_1 et f'_2).



Pour aller plus loin : En faisant un schéma, prévoir la taille que l'image finale aura sur la « rétine » à partir de la maquette d'un œil n'accommodant pas, constitué d'une lentille convergente de distance focale 20 cm et d'un écran situé à 20 cm de la lentille. Prévoir également le sens de cette image sur la « rétine ». Réaliser l'expérience et comparer.