



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. À votre avis, à quoi sert une lunette astronomique ?
2. Décrire les caractéristiques de ce qu'on voit à travers une lunette.
3. Pour que l'observation se fasse de la façon la plus reposante possible pour l'œil, faut-il 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. Que semble modifier, du point de vue de la géométrie de la lunette, la vis micrométrique située près de l'oculaire ?



Doc. 4. Lunette astronomique $\varnothing 60/800$ mm (diamètre et focale) livrée avec 3 oculaires. Grossissements de 40 \times , 64 \times et 133 \times .

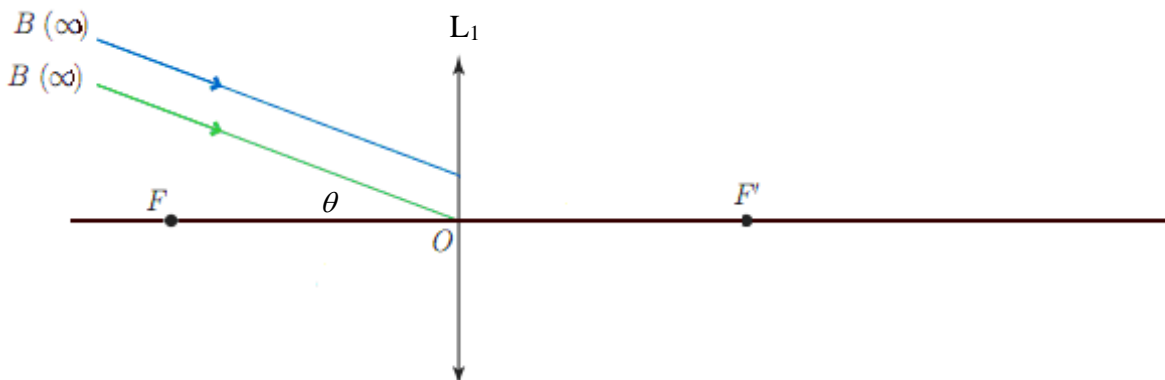
Activité 2. Ouvrons la lunette...

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

Partie A- Un peu de modélisation pour commencer...

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 . Pour la construction, 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 l'oculaire L_2 , son foyer objet 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 $G = \frac{\theta'}{\theta}$.

5. On considère que les angles exprimés en radian sont suffisamment faibles pour faire l'approximation que leur valeur est égale à la valeur de leur tangente. En déduire une expression du grossissement de la lunette en fonction de f'_1 et f'_2 .
 6. La fonction de la lunette étant de voir un objet avec un angle apparent plus grand, en déduire laquelle des deux lentilles doit avoir la distance focale la plus grande. Refaire éventuellement un schéma si ce n'est pas le cas sur votre schéma précédent (le professeur tient à votre disposition un schéma vierge).
 7. 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 à la relation que doivent vérifier f'_1 , f'_2 et O_1O_2 pour que cette lunette soit bien afocale.
-

Activité 2 – partie B. Maintenant, la maquette...

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).

8. Prévoir laquelle vous devez mettre devant votre œil pour voir une image agrandie.
9. En observant un objet très éloigné et en observant à l'infini (œil au repos), vérifier la condition précédente (question 7) en mesurant 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 3. Construisons une lunette astronomique sur banc d'optique

On utilise ici une lunette reproduite sur banc d'optique, à l'aide de deux lentilles de vergence 5δ (distance focale $f'_1 = 20$ cm) et 20δ (distance focale $f'_2 = 5$ cm).

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

1. En faisant un schéma, **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, donc à la distance D de l'objet.
2. 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 .
3. 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 (l'oculaire permet de voir l'image intermédiaire).

- ✎ **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.
4. **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.

5. **Exprimer** le diamètre apparent expérimental noté θ'_{exp} en fonction de A_1B_1 mesuré et f'_2 puis **calculer** sa valeur.
6. 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 « théorique » obtenue dans l'activité précédente en fonction de 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.