





Tale Spé	La lunette astronomique
Activité B	La lunette astronomique

CAPACITES EXIGIBLES AU BACCALAUREAT

-  Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement
-  Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran
-  Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes ; identifier l'objectif et l'oculaire
-  Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale.

Document 1 : La brouille entre Kepler et Galilée



Campanile de Saint-Marc et Palais des Doges

Vous souvenez-vous de Galilée qui faisait tomber des billes à Florence ? Nous le retrouvons en 1609 en haut du Campanile de Saint-Marc à Venise. Le savant est invité par les membres du sénat à présenter sa Lunette Astronomique. Grâce à cette démonstration, Galilée sera nommé professeur à l'université de Padoue. Sa vie change, il est riche et célèbre : il possède un instrument nouveau dont il est le seul à connaître le secret. Galilée observe la Lune, met en évidence ses cratères et les irrégularités de sa surface. Il découvre les satellites de Jupiter. Mais le triomphe n'est pas total car l'instrument présente un défaut majeur appelé aberration chromatique : plusieurs images d'un même astre se forment à une distance différente les unes des autres, et ce, en fonction de la couleur. Les lentilles utilisées par Galilée sont, de plus, difficiles à fabriquer et les critiques se font de plus en plus vives.

C'est alors qu'un autre savant arrive dans cette histoire... Car cette même année, Kepler écrit à Galilée pour qu'il lui fournisse une lunette : « Tu as éveillé en moi le vif désir de voir ton invention, afin de pouvoir, comme toi, admirer le spectacle des cieux. ». Galilée répond dix jours plus tard, et refuse le prêt d'une lunette au prétexte que le Grand Duc lui a pris sa propre lunette pour l'exposer dans son palais. Il promet néanmoins « de fabriquer d'autres lunettes et de les faire parvenir à ses amis ». Kepler ne la recevra jamais.

C'est ainsi que Johannes Kepler devra inventer une lunette par ses propres moyens. Il trouvera une nouvelle combinaison optique plus performante, basée sur deux lentilles convergentes. Il publie le « Dioptricae », ouvrage visant à comprendre le principe de la réfraction et à expliquer le fonctionnement de la lunette astronomique. Cette lunette de Kepler, aujourd'hui nommée "lunette astronomique" sera, par la suite, préférée à celle de Galilée. Cet événement va séparer durablement les deux hommes.



Galilée et le Doge de Venise

Comment construire une lunette astronomique en utilisant deux lentilles convergentes ?

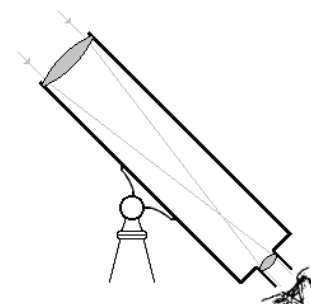
Document 2 : Liste du matériel nécessaire à la réalisation de la lunette

Destinée à l'observation des objets peu lumineux (planètes, nébuleuses) ou invisibles à l'œil nu, la lunette astronomique peut être comparée à un tube comportant une lentille convergente à chacune de ses extrémités : l'**objectif** et l'**oculaire**.

- L'**objectif** est une lentille convergente de grande distance focale placée du côté de l'objet à observer.
- L'**oculaire** est une lentille convergente de courte distance focale placée devant l'œil.

Matériel :

- 1 banc d'optique.
- 1 lentille de distance focale $f' \approx 10 \text{ cm}$ qui servira d'oculaire.
- 1 lentille de distance focale $f' = 50 \text{ cm}$ qui servira d'objectif.
- Un écran opaque et un écran transparent.
- Une lanterne avec une lettre f
- Une image d'objet céleste accroché au mur ou à la fenêtre sur laquelle le segment AB mesure 10 cm .

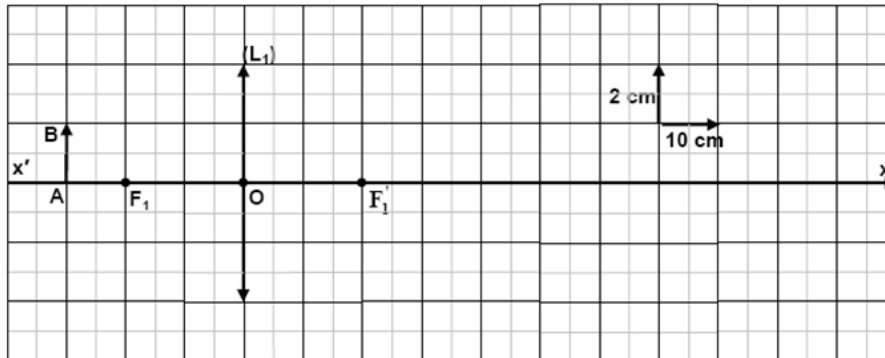


A. Prérequis

A.1. Rappeler la relation de conjugaison des lentilles.

Répondre aux questions sur <i>Quizinière</i>					
Première spé	Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.	D	C	B	A

A.2. Sur le schéma ci-dessous, tracer trois rayons lumineux remarquables pour obtenir l'image A'B'.



Seconde	- Utiliser le modèle du rayon lumineux pour déterminer graphiquement la position, la taille et le sens de l'image réelle d'un objet plan réel donnée par une lentille mince convergente.	D	C	B	A
---------	--	---	---	---	---

B. Détermination de la distance focale de l'oculaire

Pour réaliser correctement notre modèle de lunette astronomique, il est nécessaire de connaître avec une grande précision les distances focales des lentilles utilisées. C'est le cas pour la distance focale de l'objectif, mais pas pour celle de l'oculaire.

Document 3 : Protocole pour déterminer la distance focale d'une lentille convergente	
<ul style="list-style-type: none"> Placer la lanterne équipée de l'objet AB (lettre f) à la graduation « 0 » du banc optique, pour cela placer l'onglet à la graduation - 8,7cm. Positionner la lentille étudiée à la distance nécessaire pour pouvoir former une image de cet objet sur un écran. Rechercher la position de l'image A'B' formée à l'aide d'un écran. Relever <u>précisément</u> les valeurs de \overline{OA} et $\overline{OA'}$. 	

B.1. Mettre en œuvre le protocole décrit dans le document 3.

B.2. À l'aide de la relation de conjugaison des lentilles, calculer la distance focale de l'oculaire.

Première spé	Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.	D	C	B	A
--------------	--	---	---	---	---

C. Principe de la lunette

On ne s'intéresse pour l'instant qu'au rôle de l'objectif. On observe un objet AB (objet céleste accroché au mur ou à la fenêtre), considéré à l'infini, en plaçant la lunette de manière à ce que l'axe optique pointe vers le point-objet A. Consulter la vidéo ci-contre « l'infini en optique ».

C.1.a. Décrire l'allure des rayons issus du point-objet A et qui arrivent sur l'objectif. Même question pour les rayons issus du point-objet B. On précisera notamment leur direction par rapport à l'axe optique.

C.1.b. Où se forme le point-image A₁ donné par l'objectif L₁ du point-objet A ? Où se forme alors forcément le point-image B₁ donné par l'objectif L₁ du point-objet B ?

On souhaite à présent placer l'oculaire qui va agir sur l'image intermédiaire pour donner une image finale A'B'. L'image intermédiaire A₁B₁ est à présent un objet pour l'oculaire. Le fonctionnement d'une lunette astronomique peut être décrit comme ceci :

$$AB \xrightarrow{\text{Objectif}} A_1B_1 \xrightarrow{\text{Oculaire}} A'B'$$

La position de l'oculaire par rapport à l'objectif va être choisie de manière à réaliser une lunette dite « afocale ». Une lunette afocale est une lunette qui donne d'un objet AB à l'infini, une image finale A'B' à l'infini. En effet, l'observation à l'infini est la configuration la plus reposante pour l'œil.

C.2. A quelle distance de l'image intermédiaire A₁B₁ doit-on placer l'oculaire L₂ de manière à ce qu'il en donne une image finale A'B' à l'infini ? Justifier.

C.3. En déduire la distance D devant séparer l'oculaire et l'objectif.

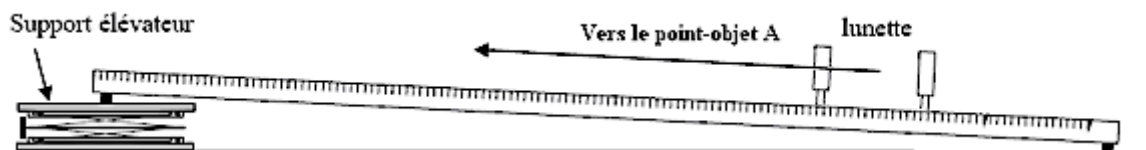
Document 4 :
L'infini en optique

Capacité exigible	Représenter le faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette afocale.	D	C	B	A
-------------------	--	---	---	---	---

D. Réalisation de la maquette

Document 5 : Protocole de réalisation de la lunette astronomique

- Placer la lentille jouant le rôle d'oculaire à un bout du banc d'optique, à la graduation 30 cm.
- Placer la lentille jouant le rôle d'objectif de manière à ce que l'ensemble soit afocal.
- Placer une extrémité du banc sur le support élévateur puis orienter l'ensemble de manière à ce que l'axe optique pointe approximativement dans la direction du point-objet A (**considéré à l'infini**) de la photographie de l'objet céleste fixée au mur ou à la fenêtre.



Faites un effort pour oublier que vous êtes en TP de physique, observer l'image de l'objet céleste sur le mur à l'aide de la lunette : on s'y croirait presque... Orienter le banc de manière à avoir le point A au centre de l'oculaire.

D.1. Réaliser le protocole du document 5. Qualifier l'image finale obtenue en répondant au QCM sur quizzinière.

Prendre en photo l'image finale A'B' et répondre au QCM sur **quizzinière**

Première spé	Grandissement. Image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.	D	C	B	A
--------------	--	---	---	---	---

Document 6 : Protocole de l'observation de l'image intermédiaire

- Placer l'écran transparent graduée sur le banc d'optique à la position approximative de l'image intermédiaire A_1B_1 .
- Retirer l'oculaire et observer directement l'image A_1B_1 sur l'écran transparent en plaçant l'œil sur l'axe de la lunette à une trentaine de centimètres environ de l'image intermédiaire.
- **Vérifier que l'image A_1B_1 se forme bien sur l'écran graduée. Pour cela, déplacer légèrement la tête verticalement : si l'image reste fixe par rapport aux graduations de l'écran, l'image est bien dans le plan des graduations. Rectifier légèrement la position de l'écran si ce n'est pas le cas.**
- Remettre l'oculaire et mesurer la taille de A_1B_1 avec l'écran transparent en regardant à travers la lunette (ajuster légèrement l'oculaire si nécessaire). Noter le résultat de la mesure.

En cas de difficulté pour réaliser cette expérience, vous pouvez venir au bureau pour scanner l'aide n°1

D.2. Relever la valeur de la taille de l'image intermédiaire A_1B_1

Prendre en photo l'image intermédiaire A_1B_1 et la poster sur **quizzinière**

Capacité exigible	Vérifier la position de l'image intermédiaire en la visualisant sur un écran	D	C	B	A
-------------------	--	---	---	---	---

D.3. Compléter le schéma optique de la lunette astronomique (échelle horizontale $\frac{1}{4}$) en indiquant l'objectif et l'oculaire. Tracer le trajet du rayon bleu issu de B et passant par O_1 et en faire apparaître en rouge le trajet suivi par un second rayon lumineux issu du point-objet B.

D.4. Tracer A_1B_1 , puis construire B' l'image de B_1 en poursuivant le trajet des rayons bleu et rouge précédents.

Capacité exigible	Représenter le schéma d'une lunette afocale modélisée par deux lentilles minces convergentes ; identifier l'objectif et l'oculaire	D	C	B	A
-------------------	--	---	---	---	---

Document 7 : Grossissement de la lunette

Le grossissement, noté G, permet de quantifier l'agrandissement de l'image obtenue par rapport à l'objet : $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$

Avec α : Angle sous lequel on voit l'objet sans la lunette (à l'œil nu)
 α' : Angle sous lequel on voit l'image finale à travers la lunette.

Les lunettes astronomiques vendues dans le commerce présentent des grossissements allant de la dizaine à la centaine

D.5. Identifier les angles α et α' sur le schéma et calculer leurs valeurs grâce à la mesure de A_1B_1

Si nécessaire, vous avez la possibilité de venir au bureau professeur pour scanner l'aide n°2

D.6. Calculer la valeur du grossissement G.

Capacité exigible	Réaliser une maquette de lunette astronomique ou utiliser une lunette commerciale pour en déterminer le grossissement	D	C	B	A
-------------------	---	---	---	---	---

Communiquer	- Rédiger de manière argumentée et soignée en utilisant un vocabulaire adapté.	D	C	B	A
-------------	--	---	---	---	---

