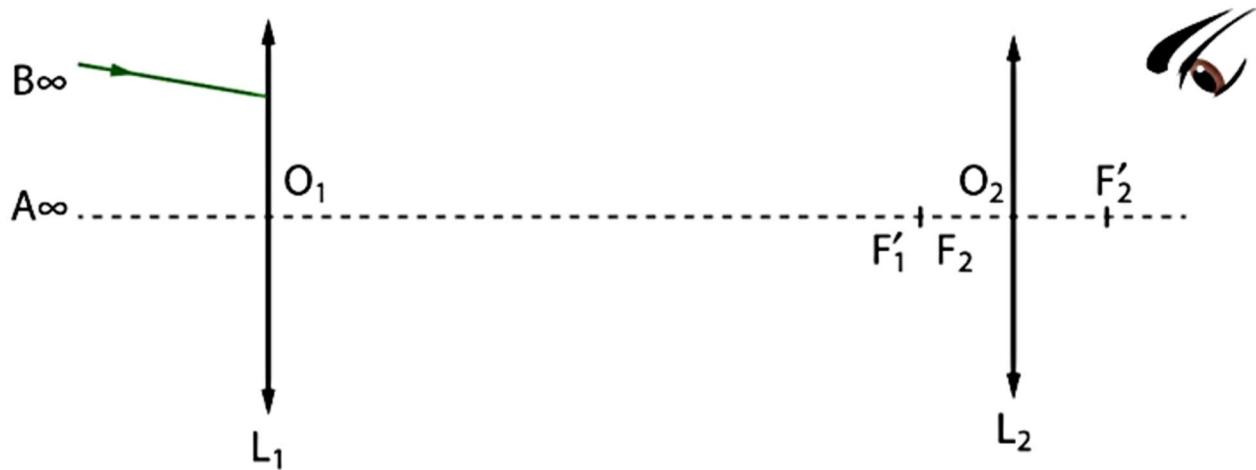


LUNETTE ASTRONOMIQUE

EXERCICE 1 :

Poursuivre le tracé du faisceau incident issu d'un objet à l'infini à travers la lunette astronomique



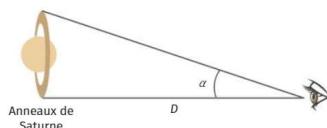
EXERCICE 2 :

Une lunette astronomique afocale est constituée d'un objectif possédant une distance focale de 800mm et d'un oculaire permettant un grossissement $G = 25$

1. À partir de $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, établir l'expression du grossissement en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
2. Calculer la distance qui sépare l'objectif de l'oculaire sur l'axe optique.
3. L'oculaire est remplacé par une lentille de focale 2,0cm. Indiquer le réglage qui doit être fait pour conserver la caractéristique afocale de la lunette.
4. Calculer le nouveau grossissement.

EXERCICE 3 :

Le 25 juillet 1610, Galilée parvient à observer les anneaux de Saturne avec sa lunette astronomique.



1. Calculer l'angle d'observation à l'œil nu.
2. Pour avoir une vision confortable de ces anneaux on souhaite que l'angle d'observation au travers de la lunette soit d'au moins 0,10 rad. Calculer le grossissement minimal.

3. A partir de l'expression $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, établir l'expression de G en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.
4. Sachant que l'objectif a une focale de 1m, déterminer la condition que doit respecter la focale de l'oculaire pour que l'angle d'observation d'au moins 0,10 rad soit respecté.

Données :

- Rayon des anneaux de Saturne : $R = 480 \times 10^6 m$
- Distance Terre-Saturne : $D = 1.33 \times 10^9 km$

EXERCICE 4 :

Pour fêter sa réussite brillante au baccalauréat, on offre à Allumana une splendide lunette astronomique qui présente les caractéristiques suivantes :

- Objectif $f'_1 = 300 mm$ et *diamètre* = 70mm
- Oculaire $f'_2 = 20 mm$

Partie A : Comprendre le fonctionnement de la lunette

1. Une lunette astronomique permet, à partir d'un objet à l'infini, de visualiser une image à l'infini.
 - a. Nommer un tel système.
 - b. Expliquer l'intérêt pour l'observateur d'avoir une image à l'infini.
2. Schématiser l'axe optique et les deux lentilles. On prendra une échelle 1 à la verticale et 1/2 à l'horizontale.
3. On considère un objet placé à l'infini, placer l'image A_1B_1 de cet objet à travers l'objectif seul. On placera aussi l'angle α sous lequel le rayon lumineux arrive sur l'axe optique.
4. Compléter enfin le tracé pour faire apparaître α' , l'angle sous lequel est vu l'objet à travers la lunette astronomique.
5. Exprimer le grossissement en fonction de α et α' puis déterminer le en fonction des distances focales mises en jeu.
6. Calculer le grossissement, en interpréter le signe et la valeur absolue.
7. Allumana décide d'acheter un nouvel oculaire pour sa lunette astronomique. Pour avoir une image plus grande de l'objet observé, comment doit-il choisir ce nouvel oculaire ?

Partie B : Le cercle oculaire

On appelle cercle oculaire l'image de l'objectif à travers l'oculaire.

1. Sur un nouveau schéma, tracer le cercle oculaire de notre lunette.
2. En déterminer la position sur l'axe optique puis le diamètre.
3. Quel est l'intérêt pour un observateur de placer son œil dans le plan du cercle oculaire ?

Partie C : Allumana, objectif Lune !

Allumana souhaite profiter de ce nouvel objet pour observer la lune. Il a repéré sur internet un cratère particulièrement intéressant (voir ci-contre) et se demande s'il peut l'observer avec sa lunette.

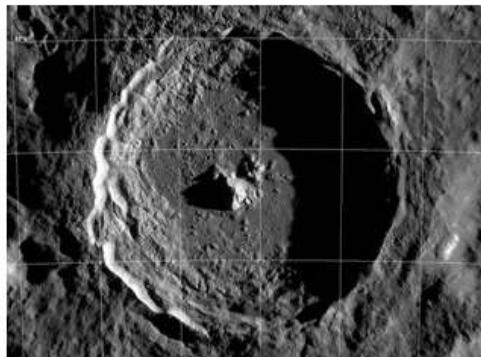


Image : Les ombres spectaculaires du cratère Tycho, détaillées par la sonde LRO.

Diamètre : 85 km avec un Pic central de 2 km de haut, Profondeur moyenne : 4 800 mètres. Le cratère Tycho est situé dans l'hémisphère sud de la Lune et il est âgé de un peu plus d'une centaine de millions d'années.

Il retrouve sur internet la distance Terre-Lune : 384 000km et aussi un article sur le pouvoir séparateur de l'œil :

Angle apparent = 1 mn d'arc (soit $1/60^\circ$ de degré)

Etoiles juste séparées
(image rétinienne)

L'acuité visuelle (pouvoir séparateur) de 10/10e permet de résoudre un couple d'étoiles dont l'angle apparent avec l'œil est de une minute d'arc. En pratique, l'acuité visuelle peut franchir cette limite, et séparer des motifs encore plus fins (jusqu'à 30 secondes d'arc, soit 20/10 environ). Cette capacité est liée entre autre à la conjonction de phénomènes physiques (diffraction) et anatomiques (densité spatiale de photorécepteurs). Séparer les images respectives des étoiles suppose que leur projection rétinienne soit distincte, et que la rétine puisse les échantillonner, c'est à dire séparer ces images: il faut donc qu'entre les photorécepteurs stimulés, certains ne le soient pas: si l'image de chaque étoile était projetée sur deux photorécepteurs contigus, il serait difficile d'interpréter l'image formée comme celle de deux points séparés. Ces notions seront développées plus loin.

Pourra-t-il observer ce cratère avec sa lunette astronomique ?

EXERCICE 3 UNE JEUNE ASTRONOME (6 points)

Une élève de terminale est intéressée par l'astronomie. Elle rêve de pouvoir observer le ciel par ses propres moyens. Pour cela, elle souhaite s'acheter une lunette astronomique qui lui permettra d'observer la Lune, le Soleil (par projection, car il ne faut jamais l'observer directement) et les planètes du Système solaire.

Elle a un budget limité et ne pourra s'offrir qu'une lunette premier prix. Ayant étudié les principes de la lunette astronomique, elle souhaite vérifier à l'aide de ses connaissances si cette lunette lui permettra d'observer la grande tache rouge de Jupiter.

Le but de l'exercice est de procéder à cette vérification et de déterminer si la grande tache rouge sera visible même au plus faible grossissement.

Vérification des caractéristiques commerciales de la lunette.

Dans un premier temps, cette élève veut vérifier que les grossissements de $\times 30$ et $\times 150$ annoncés par le fabricant sont corrects.

Données :

- Extrait de la notice de la lunette astronomique :

- Caractéristiques commerciales de la lunette à objectif achromatique :
 - Diamètre de l'objectif $D = 50 \text{ mm}$
 - Distance focale $f'_1 = 60,0 \text{ cm}$
 - Grossissement avec accessoires compris : $\times 30$ et $\times 150$
 - Masse nette : 1 kg

- Éléments livrés :
 - Lunette et monture
 - Trépied en aluminium réglable en hauteur
 - Deux oculaires de distances focales $f'_2 = 4 \text{ mm}$ et $f'_2 = 20 \text{ mm}$
 - Filtre lunaire

- On rappelle que pour les petits angles θ : $\tan \theta \approx \theta$ et $\sin \theta \approx \theta$.

- Q1.** La lunette astronomique est un système optique afocal. Donner la signification du terme afocal.
- Q2.** Placer les termes objectif et oculaire sur le schéma du document réponse.
- Q3.** Tracer, sur le schéma du document réponse, le trajet des rayons arrivant de Jupiter considéré comme situé à l'infini en faisant figurer les traits de construction.
- Q4.** Placer, sur le schéma du document réponse, l'angle apparent θ' de l'objet à travers la lunette.

- Q5.** Donner la définition du grossissement G de la lunette. Montrer que l'expression du grossissement est $G = \frac{f_1}{f_2}$ et vérifier que les grossissements annoncés par le fabricant sont corrects.

Visibilité de la grande tache rouge de Jupiter.

La planète Jupiter est une planète gazeuse qui présente à sa surface un système de bandes de nuages clairs et sombres, mais surtout une grande tache rouge, un ouragan gigantesque qui souffle depuis au moins cinq siècles, date de sa première observation.

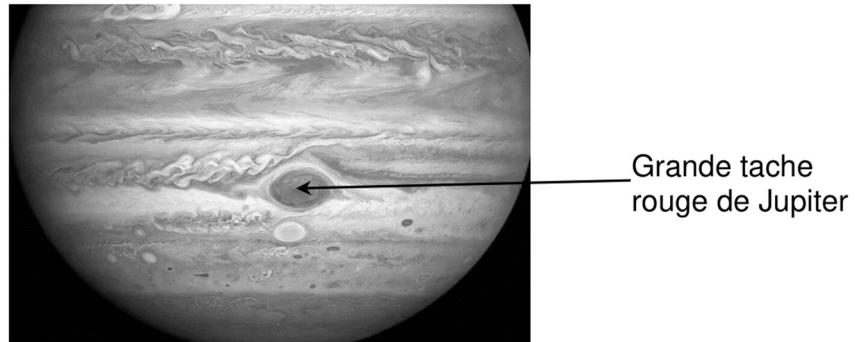


Figure 1. Jupiter et la grande tache rouge.

Jupiter peut être en conjonction ou en opposition avec la Terre. Jupiter est en opposition quand elle est située sur son orbite du même côté du Soleil que la Terre. Jupiter est en conjonction quand elle est située de l'autre côté de son orbite. Les positions de Jupiter en opposition et en conjonction sont représentées sur la figure 2.

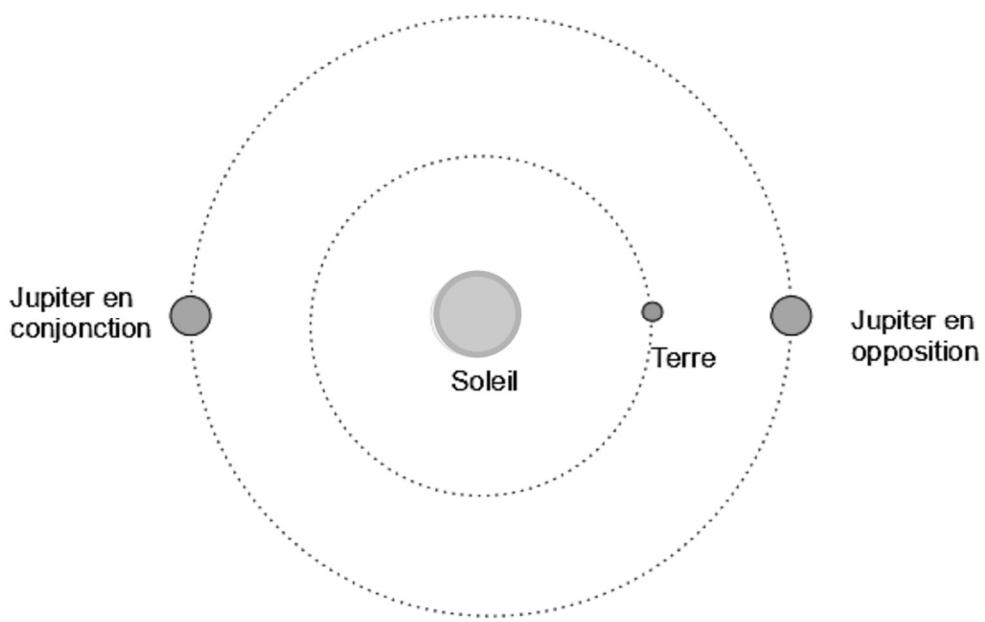


Figure 2. Positions de Jupiter sur son orbite en opposition et en conjonction.

Données :

- Distance Terre-Soleil : $D_{TS} = 1,5 \times 10^8$ km ;
- Distance Jupiter-Soleil : $D_{JS} = 7,8 \times 10^8$ km.

Q6. Indiquer la meilleure situation pour observer Jupiter. Calculer alors la valeur de la distance Terre-Jupiter D_{TJ} .

Donnée :

- La grande tache rouge est devenue quasiment circulaire avec un diamètre $D = 1,5 \times 10^4$ km.

Le schéma de la figure 3 représente l'angle apparent θ de la grande tache rouge de Jupiter.

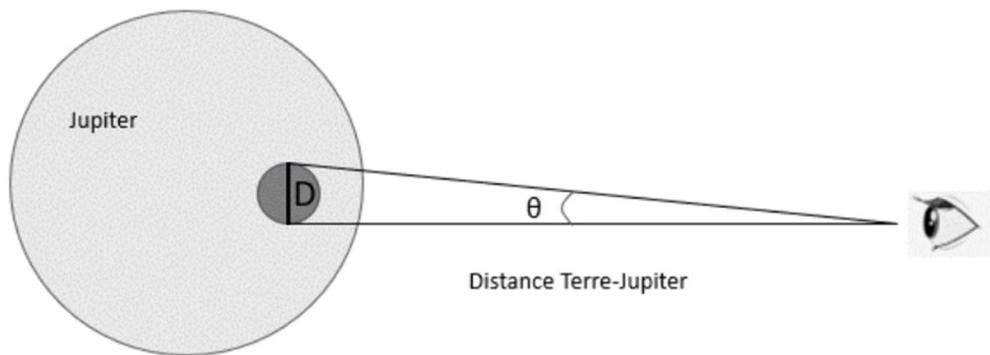


Figure 3. Schéma représentant l'angle apparent de la grande tache rouge.

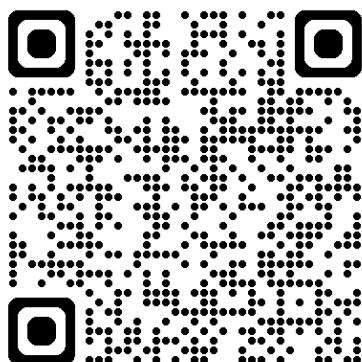
Q7. Calculer le diamètre apparent θ de la grande tache rouge vue à l'œil nu.

Q8. Calculer la valeur du diamètre apparent θ' de la grande tache rouge vue à travers la lunette avec le plus petit grossissement de la lunette.

Un œil humain ne peut pas distinguer deux points si l'angle apparent θ' entre les deux points est inférieur à $2,9 \times 10^{-4}$ rad.

Q9. Déterminer si l'élève pourra voir la grande tache rouge avec cette lunette au plus petit grossissement.

Q10. Citer un phénomène optique susceptible de dégrader la visibilité de la grande tache rouge.



QR-CODE vers la correction vidéo

DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Q2, Q3 et Q4

