

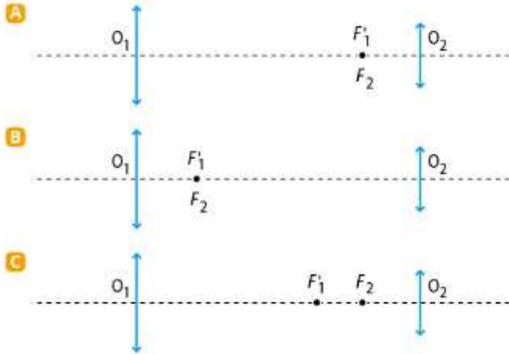


FICHE EXERCICES

COURS 15 « Formation d'images - lunette astronomique »

13 L'association correcte

1. Parmi les modélisations suivantes, identifier celle qui correspond à une lunette astronomique afocale.



2. Expliquer pourquoi les autres ne conviennent pas.

14 Lunette afocale

Une lunette astronomique est composée :

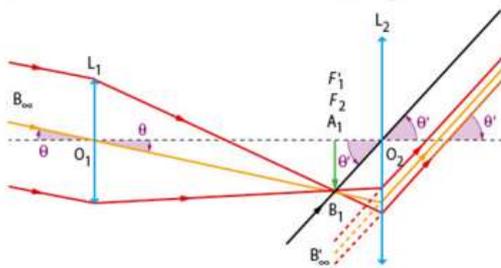
- d'un objectif de distance focale 100 cm et de diamètre 10 cm ;
- d'un oculaire de distance focale 5 cm et de diamètre 6 cm.

1. Quelle distance O_1O_2 doit séparer les centres optiques de l'objectif et de l'oculaire pour que la lunette soit afocale ?
2. a. Réaliser le schéma de cette lunette à l'échelle 1/10 le long de l'axe optique et à l'échelle 1/2 dans la direction perpendiculaire.
b. Faire apparaître les foyers de l'oculaire et le foyer image de l'objectif.

19 Grossissement d'une lunette afocale

La distance focale de l'objectif d'une lunette astronomique afocale est $f_1 = 50$ cm et celle de l'oculaire est $f_2 = 1,0$ cm.

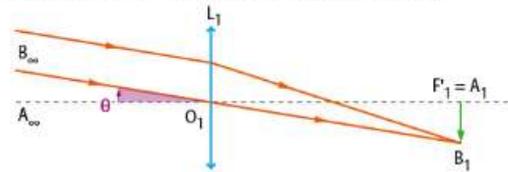
1. Rappeler la définition du grossissement d'une lunette astronomique.
2. En prenant appui sur le schéma suivant, montrer que le grossissement s'exprime en fonction de f_1 et f_2 .



3. En déduire la valeur du grossissement de cette lunette.

17 Caractéristiques des images formées à travers une lunette

L'objectif L_1 de la lunette astronomique donne d'un objet AB de diamètre apparent θ , situé à l'infini, une image intermédiaire A_1B_1 comme indiqué sur le schéma suivant.



Données : le diamètre apparent de l'objet vaut $0,51^\circ$; l'objectif de la lunette a une distance focale $f_1 = 80$ cm ; l'oculaire de la lunette a une distance focale $f_2 = 20$ mm.

1. a. Déterminer par le calcul la taille de l'image A_1B_1 .
b. Expliquer pourquoi il n'est pas possible de déterminer le grossissement.
2. a. À quelle distance de l'objectif faut-il placer l'oculaire pour que l'image définitive se forme à l'infini ?
b. L'image définitive est-elle réelle ou virtuelle ?
c. L'image définitive est-elle dans le même sens ou renversée par rapport à l'objet visé ?

22 L'Universarium de Nice

D'importants travaux ont été réalisés à l'Observatoire de la Côte d'Azur pour le rendre plus accessible au grand public. La grande lunette de 76 cm avec 17,89 m de distance focale offre une échelle au foyer de $87 \mu\text{m}$ pour $1,0^\circ$. Les oculaires disponibles permettent d'obtenir des valeurs de grossissement de $-1\,800$ et $-2\,200$.

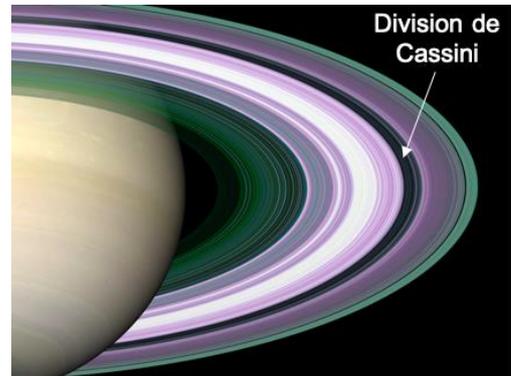
1. À quelle grande caractéristique de la lunette correspond la valeur 76 cm ?
2. a. Construire, sur un schéma, l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif d'un objet AB situé à l'infini de diamètre apparent θ .
b. Calculer A_1B_1 et vérifier qu'un angle de 1° se traduit dans le plan focal de l'objectif par l'« échelle au foyer » annoncée.
3. Calculer la valeur des distances focales des oculaires disponibles.

EXERCICE B - OBSERVATION DE LA DIVISION DE CASSINI (5 points)
Asie 2022 **Mots-clés: lunette afocale, choix de l'oculaire.**

Pour un astronome amateur, l'observation de Saturne et de ses anneaux est un émerveillement. Ceux-ci sont observables avec une lunette astronomique.

La division de Cassini est une ligne sombre qui sépare deux anneaux concentriques. On l'observe à l'aide d'une lunette commerciale dont les caractéristiques sont :

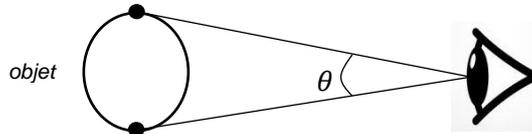
- ✓ Objectif de focale 650 mm ;
- ✓ Trois oculaires interchangeables de focales respectives : 6 mm, 12,5 mm et 20 mm.



Cet exercice porte sur le choix de l'oculaire pour pouvoir distinguer la division de Cassini.

Document : Diamètre apparent et pouvoir de résolution

- Le diamètre apparent d'un objet est l'angle θ entre les rayons lumineux issus des points extrémaux de cet objet lorsqu'ils atteignent l'œil nu d'un observateur.



- Le pouvoir de résolution θ_s de l'œil est l'angle limite en deçà duquel l'œil ne peut distinguer séparément les deux points extrémaux.

Données :

- ✓ Pour un œil humain, le pouvoir de résolution a pour valeur : $\theta_s = 3,0 \times 10^{-4}$ rad.
- ✓ Diamètre apparent de Saturne, anneaux compris : $\theta_{\text{sat}} = 2,08 \times 10^{-4}$ rad.
- ✓ Diamètre apparent de la division de Cassini : $\theta_{\text{cas}} = 3,39 \times 10^{-6}$ rad.
- ✓ On rappelle que le grossissement G de la lunette est défini comme étant le rapport du diamètre apparent de l'image observée à travers la lunette θ' à celui de l'objet θ observé à l'œil nu :

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

- Une lunette est dite afocale si elle donne une image à l'infini d'un objet situé à l'infini.
- Pour un petit angle α , exprimé en radians, $\tan \alpha \approx \alpha$.

Grossissement nécessaire

1. Expliquer pourquoi la division de Cassini ne peut pas être distinguée à l'œil nu.
2. Montrer que le grossissement minimal nécessaire pour observer la division de Cassini est d'environ 89.

Modélisation de la lunette astronomique utilisée

Pour atteindre le grossissement nécessaire, on a le choix entre plusieurs oculaires repérés par leur distance focale. Afin d'identifier le plus adapté, on cherche une relation entre le grossissement et les distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

Pour cela, on modélise la lunette commerciale sur un banc optique par deux lentilles convergentes, (L_1) et (L_2), de distances focales respectives f'_1 et f'_2 . On place la lentille (L_1) suivie de la lentille (L_2). L'objet lumineux se trouve avant (L_1) ; l'observateur place son œil après (L_2).

On ajuste ensuite la position des deux lentilles de telle sorte que le foyer image F'_1 de la première lentille coïncide avec le foyer objet F_2 de la seconde lentille.

On observe un objet AB situé à l'infini :

- Le point A est sur l'axe optique. Les rayons issus de A parviennent à la lentille (L_1) parallèlement à l'axe optique.
- Le point B est situé hors axe optique. Les rayons issus de B parviennent à la lentille (L_1) parallèlement entre eux et avec un angle θ avec l'axe optique.

Sur le schéma en **ANNEXE PAGE 16/16 À RENDRE AVEC LA COPIE**, deux rayons issus de B sont tracés. Ce schéma n'est pas à l'échelle.

3. Sur le schéma en **ANNEXE PAGE 16/16 À RENDRE AVEC LA COPIE**, identifier l'objectif et l'oculaire de cette lunette en écrivant ces termes au-dessus des lentilles concernées.
4. Sur le schéma en **ANNEXE PAGE 16/16 À RENDRE AVEC LA COPIE**, construire l'image A_1B_1 de AB donnée par la lentille (L_1).
5. Sur le schéma en **ANNEXE PAGE 16/16 À RENDRE AVEC LA COPIE**, représenter le faisceau émergent délimité par les deux rayons issus de B et traversant la lunette.
6. Indiquer la position de l'image définitive B' du point B à travers la lunette et justifier que cette lunette est bien afocale.
7. Indiquer sur le schéma en **ANNEXE PAGE 16/16 À RENDRE AVEC LA COPIE** le diamètre apparent de l'image θ' à travers la lunette.
8. Etablir, en précisant les étapes, la relation liant le grossissement G aux distances focales f'_1 et f'_2 .

Choix de l'oculaire

9. Sur la base des résultats précédents, déterminer l'oculaire que doit choisir l'utilisateur parmi les trois proposés en introduction pour pouvoir observer la division de Cassini. Justifier.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice B si le candidat traite l'exercice B

Schéma sans considération d'échelle.

