



5 min chrono!

Si vous ne trouvez pas la bonne réponse, reportez-vous au § de la **synthèse des activités** correspondant pour vous aider.

Indiquer la réponse exacte.

- 1** L'objectif est la lentille mince convergente de la lunette astronomique qui se situe : ▶ §1
- du côté de l'œil.
 - du côté de l'objet à observer.
 - au foyer objet de l'oculaire.
- 2** La distance focale de l'objectif est : ▶ §1
- inférieure à celle de l'oculaire.
 - supérieure à celle de l'oculaire.
 - infinie.
- 3** Une lunette astronomique est afocale si : ▶ §1
- le foyer image de l'oculaire et le foyer objet de l'objectif sont confondus.
 - le foyer objet de l'oculaire et le foyer image de l'objectif sont confondus.
 - le foyer image de l'oculaire et le foyer image de l'objectif sont confondus.
- 4** L'image d'un objet situé « à l'infini » formée par l'objectif se situe : ▶ §2
- dans le plan focal objet de l'objectif.
 - dans le plan focal image de l'oculaire.
 - dans le plan focal image de l'objectif.

- 5** L'image intermédiaire A_1B_1 d'un objet AB situé « à l'infini » formée par l'objectif est : ▶ §2
- plus petite que AB, droite par rapport à AB et virtuelle.
 - plus grande que AB, droite par rapport à AB et virtuelle.
 - plus petite que AB, renversée par rapport à AB et réelle.
- 6** L'image définitive d'un objet AB situé « à l'infini » formée par une lunette astronomique afocale et observée à travers son oculaire est : ▶ §2
- renversée par rapport à AB et virtuelle.
 - droite par rapport à AB et réelle.
 - renversée par rapport à AB et réelle.
- 7** L'oculaire joue le rôle : ▶ §2
- d'un collecteur de lumière.
 - d'un œil.
 - d'une loupe.
- 8** L'expression du grossissement G d'une lunette astronomique afocale est : ▶ §3
- $G = \frac{f'_{\text{objectif}}}{f'_{\text{oculaire}}}$
 - $G = \frac{f'_{\text{oculaire}}}{f'_{\text{objectif}}}$
 - $G = f'_{\text{oculaire}} + f'_{\text{objectif}}$
- 9** Le grossissement d'une lunette astronomique afocale : ▶ §3
- peut être nul.
 - doit être inférieur à 1.
 - doit être supérieur à 1.

Corrigés p. 550



Contrôle technique!

10 Calculer la longueur d'une lunette astronomique

EXERCICE RÉSOLU

Calculer la longueur approchée L d'une lunette astronomique afocale se composant d'un objectif de distance focale $f'_1 = 400$ mm et d'un oculaire de distance focale $f'_2 = 20$ mm.

SOLUTION

La lunette est afocale : le foyer image F'_1 de l'objectif coïncide avec le foyer objet F_2 de l'oculaire.

$$L = f'_1 + f'_2 = 400 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 420 \text{ mm}.$$

APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Calculer la longueur approchée L d'une lunette astronomique afocale possédant un objectif de distance focale $f'_1 = 600$ mm et un oculaire de distance focale $f'_2 = 10$ mm.

11 Calculer un grossissement

EXERCICE RÉSOLU

Un astre est vu à l'œil nu sous un angle $\theta = 2 \times 10^{-4}$ rad. Calculer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de cet astre formée par une lunette astronomique afocale se composant d'un objectif de distance focale $f'_1 = 400$ mm et d'un oculaire de distance focale $f'_2 = 20$ mm.

SOLUTION

Le grossissement est égal à $G = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{400 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 20$.
 $G = \frac{\theta'}{\theta}$ soit $\theta' = G \times \theta = 20 \times 2 \times 10^{-4} \text{ rad} = 4 \times 10^{-3} \text{ rad}$.

APPLICATION • Sur le modèle de l'exercice résolu

Un astre est vu à l'œil nu sous un angle $\theta = 1 \times 10^{-4}$ rad.
 • Calculer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de cet astre formée par une lunette astronomique afocale possédant un objectif de distance focale $f'_1 = 600$ mm et un oculaire de distance focale $f'_2 = 10$ mm.

DONNÉES POUR TOUS LES EXERCICES :

• Approximation des petits angles : $\tan \alpha \approx \alpha$ avec α en radian.
 Certaines données utiles sont situées dans les pages de rabat.

Lunette astronomique afocale

► § 1 de la synthèse des activités

EXERCICES RAPIDES

12 **GRAND ORAL** Réaliser un support visuel permettant de présenter oralement en deux minutes maximum à l'ensemble de la classe les deux lentilles minces convergentes permettant de modéliser une lunette astronomique afocale.

13 Réaliser le schéma d'une lunette astronomique afocale en précisant la position des foyers de l'objectif et de l'oculaire.

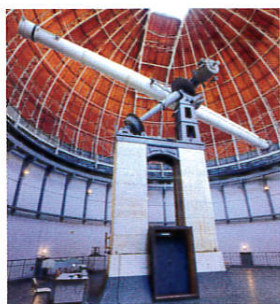
14 Expliquer pourquoi la longueur de la lunette astronomique afocale est voisine de la somme des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

15 Schématiser une lunette afocale

La lunette astronomique de l'observatoire de Nice dispose d'un objectif de 17,89 m de distance focale. La distance focale de l'oculaire permettant le grossissement maximal est égale à 8 mm.

a. Réaliser un schéma de la lunette astronomique afocale.

b. Estimer la longueur de la lunette astronomique de l'observatoire de Nice.



16 Choisir des lentilles minces convergentes

Afin de modéliser une lunette afocale, un élève doit choisir, entre deux lentilles minces convergentes, celle qui jouera le rôle de l'objectif et celle qui sera l'oculaire.

a. Proposer un protocole permettant d'identifier chacune des lentilles.

b. Préciser comment l'élève va placer sur le banc d'optique les lentilles minces convergentes.

17 Calculer un diamètre apparent

Notre étoile, le Soleil, est la seule étoile qui n'apparaît pas ponctuelle depuis la Terre.

• Calculer, en radian, l'angle θ sous lequel cet astre est vu à l'œil nu.

18 In English please

Astronomers can use two types of instruments to study the starry sky: the refracting telescope and the reflecting telescope made with mirrors.

a. Justify the name of the two astronomical instruments.

b. Specify the name of the two lenses used in the refracting telescope.

Image formée par une lunette afocale

► § 2 de la synthèse des activités

EXERCICES RAPIDES

19 **GRAND ORAL** Réaliser un support visuel permettant de présenter oralement en deux minutes maximum la construction graphique d'un faisceau émergent issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant une lunette astronomique afocale.

20 Une lunette astronomique dispose d'un objectif de distance focale $f'_1 = 600$ mm. On observe un objet à l'œil nu sous un angle $\theta = 1 \times 10^{-3}$ rad.

• En utilisant l'approximation des petits angles, calculer la hauteur A_1B_1 de l'image intermédiaire de cet objet formée par l'objectif.

21 Représenter un faisceau de lumière



Un faisceau de lumière issu d'un point objet réel A du Soleil pénètre dans une lunette astronomique afocale parallèlement à l'axe optique.

a. Représenter, sans souci d'échelle, le faisceau issu du point A et traversant la lunette.

b. Expliquer pourquoi il ne faut pas regarder directement le Soleil à travers une lunette astronomique.

22 Construire des images

Le schéma suivant représente une lunette astronomique afocale visant un objet AB situé « à l'infini ». A est sur l'axe optique.



a. Reproduire ce schéma, à l'échelle 2, sur du papier millimétré.

b. Construire les images intermédiaire A_1B_1 et définitive $A'B'$.

c. Tracer un rayon quelconque issu du point objet réel B et traversant les deux lentilles minces convergentes.

Données caractéristiques d'une lunette commerciale

► § 3 de la synthèse des activités

EXERCICES RAPIDES

23 **GRAND MORAL** Réaliser un support visuel permettant d'établir oralement en deux minutes maximum l'expression du grossissement en fonction des distances focales de l'oculaire et de l'objectif.

24 Une lunette astronomique afocale dispose d'un objectif de distance focale $f_1 = 900$ mm et d'un oculaire de distance focale $f_2 = 10$ mm.

- Calculer le grossissement.

25 Une lunette astronomique afocale dispose d'un objectif de distance focale $f_1 = 600$ mm et d'un oculaire de distance focale $f_2 = 15$ mm. On observe un objet à l'œil nu sous un angle $\theta = 1 \times 10^{-3}$ rad.

- Calculer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de cet objet formée par la lunette astronomique afocale.

26 Calculer un grossissement

Une lunette astronomique afocale se compose d'un objectif de distance focale f_1 égale à 900 mm et de plusieurs oculaires de distances focales f_2 égales à 4,0 mm, 9,0 mm et 20,0 mm.



- Calculer les grossissements de cette lunette afocale.

27 Faire une conversion

Pour mesurer des angles très petits, on utilise des sous-multiples du degré: la minute ($1^\circ = 60'$) et la seconde ($1^\circ = 3600''$).

DONNÉE $1^\circ = \frac{\pi}{180}$ rad.

- Convertir $5,0^\circ$ en radian.
- Convertir $3,0 \times 10^{-4}$ radian en degré.
- Convertir $32'$ en radian.

28 Définir un grossissement

Un astronome observe un astre à travers une lunette astronomique afocale sous un angle $\theta' = 0,20$ rad. À l'œil nu, cet objet céleste est vu sous un angle $\theta = 2 \times 10^{-3}$ rad.

- Représenter, sans souci d'échelle, le faisceau issu d'un point objet de l'astre observé et traversant la lunette afocale. Faire apparaître les angles θ et θ' sur le schéma.
- Exprimer puis calculer le grossissement G de cette lunette astronomique afocale.

29 Apprendre à rédiger

La Lune peut être vue depuis la Terre sous un angle $\theta = 9,0 \times 10^{-3}$ rad. Elle est observée plus en détails avec une lunette astronomique afocale dont l'axe optique passe par le centre de la Lune.

Cette lunette dispose d'un objectif de distance focale $f_1 = 80$ cm et d'un oculaire de distance focale $f_2 = 2,0$ cm. On considère deux points objet réel A et B situés à la surface de la Lune, diamétralement opposés et symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe optique de la lunette.

- Calculer le diamètre d de l'image intermédiaire formée par l'objectif.

Aide méthodologique

- Réaliser un schéma, sans souci d'échelle, de la lunette astronomique afocale en précisant les points caractéristiques.
 - Représenter le faisceau issu de la Lune (objet réel AB) et traversant la lunette astronomique afocale.
 - Représenter l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB formée par l'objectif.
 - Indiquer, sur le schéma, l'angle θ et le diamètre d .
 - Utiliser l'approximation des petits angles pour faire les calculs.
- Déterminer l'angle θ' sous lequel l'image de la Lune est vue à travers la lunette afocale.
 - Sur le schéma précédent, repérer l'image $A'B'$ de l'objet A_1B_1 formée par l'oculaire et l'angle θ' .
 - Utiliser l'approximation des petits angles afin d'exprimer θ' en fonction du diamètre de l'image intermédiaire et de la distance focale de l'oculaire.
 - Calculer le grossissement.
 - Donner le résultat en tenant compte du nombre de chiffres significatifs.

30 Construire une **carte mentale**

- L'étiquette centrale doit s'intituler:

Lunette astronomique afocale

- Associer à l'étiquette centrale, par le moyen de votre choix, d'autres étiquettes comprenant au minimum les étiquettes suivantes:

Objectif Image intermédiaire
Grossissement Oculaire

Exercices APPLIQUER

EXERCICE RÉSOLU ET COMMENTÉ

31 Estimer le diamètre apparent

ÉNONCÉ

Les physiciens allemands Johannes Kepler (1571-1630) et Christoph Scheiner (1575-1650) ont réalisé une lunette astronomique en 1630, dont l'objectif et l'oculaire étaient constitués chacun d'une lentille mince convergente non corrigée de ses défauts.

Des élèves réalisent la maquette de la lunette astronomique conçue au XVII^e siècle, à l'aide de deux lentilles minces convergentes de diamètre $d = 3,0$ cm et de distances focales $f'_1 = 40,0$ cm et $f'_2 = 10,0$ cm. Les deux lentilles sont fixées chacune à l'extrémité d'un tube, les deux tubes pouvant coulisser l'un dans l'autre.

Ils pointent la lunette en direction d'un objet réel AB situé « à l'infini », le point A étant sur l'axe optique. Les rayons issus de B sont inclinés d'un angle θ comme sur le schéma ci-contre.

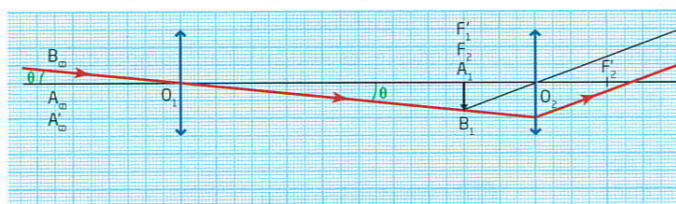
a. À l'aide du schéma ci-contre, représenter à l'échelle 1 verticalement et 1/5 horizontalement, le rayon lumineux issu de B passant par le centre optique de l'objectif et émergent de l'oculaire de la lunette afocale de sorte que l'image intermédiaire A_1B_1 mesure 8 mm.

b. Estimer le diamètre apparent θ .

UNE SOLUTION

a. L'objectif est une lentille mince convergente de distance focale plus grande que celle de l'oculaire: la lentille de distance focale $f'_1 = 40,0$ cm est l'objectif. À l'échelle 1/5, le foyer image F'_1 est situé à 8,0 cm du centre optique O_1 de l'objectif et le foyer objet F_2 de l'objectif est à 2,0 cm du centre optique O_2 de l'oculaire. L'échelle suivant la verticale est 1, donc il n'y a pas de calcul à faire. La lunette étant afocale, le foyer image F'_1 de l'objectif et le foyer objet F_2 de l'oculaire sont confondus.

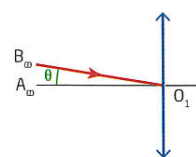
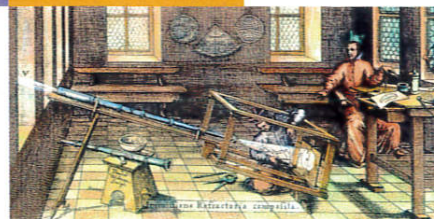
L'image intermédiaire A_1B_1 de 8 mm de hauteur de l'objet AB situé « à l'infini » se forme dans le plan focal image de l'objectif.



b. En utilisant l'approximation des petits angles:

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{A_1B_1}{f'_1} = \frac{8 \text{ mm}}{40,0 \text{ cm}} = \frac{8 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} = 0,02 \text{ rad.}$$

HISTOIRE DES SCIENCES



S'APPROPRIER

Repérer les données utiles aux calculs.

CONNAÎTRE

Savoir que la distance focale de l'objectif est toujours supérieure à celle de l'oculaire.

RÉALISER

Utiliser l'échelle sur l'axe horizontal pour calculer les longueurs à représenter.

RÉALISER

- Faire un tracé soigné.
- Ne pas oublier d'orienter les rayons lumineux.

RÉALISER

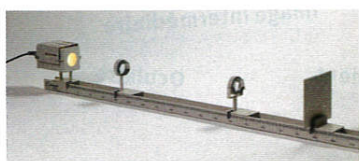
Utiliser l'approximation des petits angles pour déterminer le diamètre apparent.

VALIDER

On ne peut pas vérifier le diamètre apparent sur le schéma car les échelles sur l'axe vertical et sur l'axe horizontal ne sont pas les mêmes.

APPLICATION

Sur le modèle de l'exercice résolu



32 Utiliser l'approximation des petits angles

Des élèves modélisent une lunette astronomique afocale à l'aide de lentilles minces convergentes de 300 mm et 50 mm de distances focales. Ils observent un objet AB situé « à l'infini »: le point A étant sur l'axe optique et les rayons issus de B sont inclinés d'un angle $\theta = 0,010$ rad.

a. Représenter, sans souci d'échelle, le rayon lumineux issu de B passant par le centre optique de l'objectif et émergent de l'oculaire de la lunette astronomique afocale.

b. Déterminer la hauteur de l'image intermédiaire A_1B_1 .

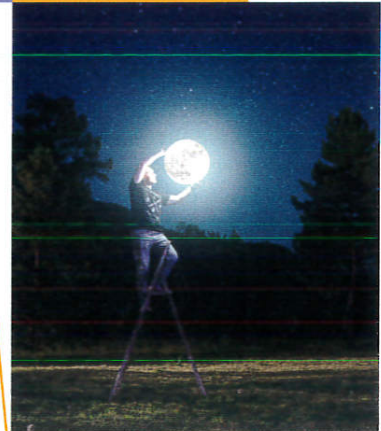
33 Établir l'expression d'un grossissement

EXERCICE RÉSOLU ET COMMENTÉ

ÉNONCÉ

La Lune est le satellite naturel de la Terre. Depuis le sol terrestre, on peut même deviner les cratères présents à sa surface. En effet, cet astre peut être vu sous un angle $\theta = 32'$. Mais grâce à une lunette astronomique afocale possédant un objectif de 900 mm de distance focale et un oculaire de 10 mm de distance focale, le sol lunaire peut être observé en détails.

- a. Convertir l'angle θ en radian.
- b. Établir l'expression du grossissement G de la lunette afocale en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire. Calculer sa valeur.
- c. Calculer l'angle θ' sous lequel l'image de la Lune est vue à travers la lunette.

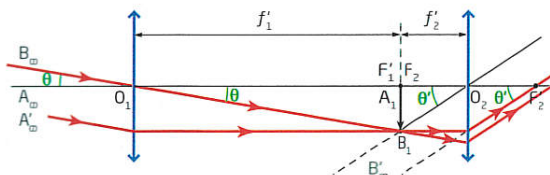


UNE SOLUTION

a. L'angle θ est égal à $32'$. En sachant que $1^\circ = 60'$, on déduit que $\theta = \frac{32' \times 1^\circ}{60'} = \frac{32^\circ}{60}$.

On peut alors convertir les degrés en radian avec la correspondance: π radians correspond à 180° . Soit $\theta = \frac{32^\circ}{60} \times \frac{\pi \text{ rad}}{180^\circ} = 9,3 \times 10^{-3} \text{ rad}$.

b. Un schéma de la situation est réalisé:



Le grossissement G d'une lunette se définit par la relation: $G = \frac{\theta'}{\theta}$.

Les angles étant petits, on peut faire les approximations $\tan \theta \approx \theta$ et $\tan \theta' \approx \theta'$.

On déduit du tracé: $\theta \approx \tan \theta = \frac{A_1 B_1}{f_1}$ et $\theta' \approx \tan \theta' = \frac{A_1 B_1}{f_2}$

$$\text{Soit } G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{A_1 B_1}{f_2}}{\frac{A_1 B_1}{f_1}} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{900 \text{ mm}}{10 \text{ mm}} = 90.$$

c. L'angle θ' sous lequel l'image de la Lune est vue à travers la lunette afocale est: $\theta' = G \times \theta = 90 \times 9,3 \times 10^{-3} \text{ rad} = 0,84 \text{ rad}$.

S'APPROPRIER

Repérer les données utiles aux calculs.

CONNAÎTRE

$1^\circ = 60'$ et $180^\circ = \pi \text{ rad}$.

S'APPROPRIER

Schématiser la situation pour définir toutes les notations.

ANALYSER-RAISONNER

Rappeler l'approximation des petits angles.

RÉALISER

Tenir compte des chiffres significatifs.

APPLICATION

Sur le modèle de l'exercice résolu



34 Définir un angle

Les anneaux de Saturne ont été observés au XVII^e siècle. D'autres planètes (Jupiter, Uranus et Neptune) du Système solaire possèdent des anneaux, mais qui ne sont pas visibles du fait, entre autres, de leur faible albédo.

Une lunette astronomique de grossissement 100 est utilisée pour observer les anneaux de Saturne.

a. Établir l'expression du grossissement G en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire d'une lunette afocale.

b. La lunette astronomique afocale utilisée dispose d'un objectif de 700 mm de distance focale. Déterminer la distance focale de l'oculaire qu'il faut utiliser.

35 Pouvoir séparateur de l'œil

RÉA Effectuer des opérations courantes (calculs)

COM Rédiger une explication

Si l'angle sous lequel l'œil observe deux points proches est inférieur au pouvoir séparateur de l'œil $\varepsilon = 3 \times 10^{-4}$ rad, alors les deux points sont confondus.



Jupiter, la plus grosse planète du Système solaire, apparaît ponctuelle à l'œil nu depuis la Terre.

- Calculer le diamètre apparent θ sous lequel la planète Jupiter est observée depuis la Terre lorsqu'elle se situe à $D = 590$ millions de km.
- Expliquer pourquoi cette planète apparaît ponctuelle depuis la Terre.

36 * Image intermédiaire

APP Représenter la situation par un schéma **RÉA** Effectuer

des procédures courantes (calculs, représentations) • Mettre en œuvre

les étapes d'une démarche

Une lunette astronomique afocale est composée d'un objectif de distance focale $f_1 = 900$ mm et d'un oculaire de distance focale $f_2 = 5,0$ mm. Un objet situé « à l'infini » est observé à l'œil nu sous un angle $\theta = 2 \times 10^{-4}$ rad.

- Représenter, sans souci d'échelle, le faisceau issu d'un point de l'objet situé « à l'infini » et traversant la lunette.
- Déterminer la position de l'image intermédiaire.
- Calculer la hauteur de l'image intermédiaire.
- Déterminer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de l'objet à travers la lunette.

37 * Une lunette astronomique géante

HISTOIRE
DES SCIENCES

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs)

Lors de l'Exposition Universelle de 1900, une lunette astronomique de 120 m de long a été construite. Cet instrument permettait aux visiteurs de cette époque de « voir la Lune » comme si elle n'était éloignée que de 48 km. Difficile d'utilisation et encombrante, cette lunette hors norme a été démantelée en 1909. Ses lentilles sont conservées dans les sous-sols de l'Observatoire de Paris.



- Calculer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de la Lune formée par la lunette astronomique considérée comme afocale.
- Calculer l'angle θ sous lequel la Lune est vue à l'œil nu et le grossissement G de la lunette.

38 * Distance focale de l'oculaire

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations)

ANA-RAI Construire les étapes d'une résolution de problème

Sur la fiche de présentation d'une lunette astronomique livrée avec plusieurs oculaires, on relève les indications suivantes : 910 / 90 – Grossissement utile maximum : 225.

- Donner la distance focale de l'objectif.
- Donner le diamètre de l'objectif et expliquer l'intérêt de préciser cette valeur.
- Calculer la distance focale de l'oculaire permettant le grossissement maximum.
- Indiquer si la distance focale des autres oculaires disponibles est inférieure ou supérieure à cette valeur.

39 * Collecteur de lumière

APP Représenter la situation par un schéma

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations)

L'objectif d'une lunette astronomique afocale a un diamètre de 50 mm. Sa distance focale est $f_1 = 800$ mm. La distance focale de l'oculaire est $f_2 = 20$ mm.



- Représenter, sans souci d'échelle, le trajet d'un faisceau de rayons parallèles à l'axe optique, couvrant toute la surface de l'objectif.
- Calculer le diamètre du faisceau émergent en supposant que toute la lumière traversant l'objectif est recueillie à la sortie de la lunette.
- Expliquer alors pourquoi une étoile est plus lumineuse vue à travers une lunette astronomique qu'à l'œil nu.

40 Mesure d'angles

APP Représenter la situation par un schéma **RÉA** Effectuer

des procédures courantes (calculs, représentations) • Mettre en œuvre

les étapes d'une démarche

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves construisent le modèle d'une lunette astronomique afocale avec deux lentilles minces convergentes de diamètre $d = 10$ cm et de distances focales $f_1 = 50$ cm et $f_2 = 12,5$ cm.

- Réaliser le schéma du dispositif à l'échelle 1/4.
- On considère un objet réel AB perpendiculaire à l'axe optique avec A placé sur l'axe optique. Construire l'image de cet objet AB situé « à l'infini » et observé sous un angle $\theta = 5^\circ$ à l'œil nu.
- L'angle sous lequel l'image est vue à travers la lunette est noté θ' . Mesurer θ' .
- Exprimer puis calculer le grossissement G de la lunette.

S'AUTOÉVALUER

41 Modélisation d'une lunette afocale

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève modélise une lunette astronomique à l'aide de deux lentilles minces convergentes de 4,0 cm de diamètre. La lentille L_1 possède une distance focale égale à 50 cm et la lentille L_2 une distance focale de 10 cm.

- Identifier l'objectif et l'oculaire.
- Déterminer la distance séparant les centres optiques des deux lentilles minces convergentes si la lunette est afocale.
- Réaliser un schéma de la lunette afocale à l'échelle 1 verticalement et à l'échelle 1/5 horizontalement. L'élève observe à l'aide de la lunette afocale, un objet AB situé « à l'infini ». A étant sur l'axe optique. L'image intermédiaire A_1B_1 mesure 1,0 cm de hauteur.
- Représenter l'image intermédiaire sur le schéma.
- Calculer l'angle θ sous lequel l'objet est vu à l'œil nu.
- Construire l'image définitive A'B'.
- Calculer l'angle θ' sous lequel l'image définitive est vue à travers la lunette astronomique afocale.
- En déduire le grossissement G de la lunette afocale.

INDICATEURS DE RÉUSSITE

NIVEAU

A B C D

S'APPROPRIER

- Les distances focales des deux lentilles sont comparées pour identifier l'objectif et l'oculaire.
- La distance entre les centres optiques des deux lentilles de la lunette est déterminée à l'aide de la propriété des lunettes afocales.

RÉALISER

- L'échelle est correctement utilisée.
- Les distances focales sont respectées.
- L'image intermédiaire A_1B_1 est correctement représentée (taille, position).
- Le nombre de chiffres significatifs est respecté.
- L'approximation des petits angles et la formule trigonométrique de la tangente sont exploitées.
- La relation du grossissement est correctement appliquée.

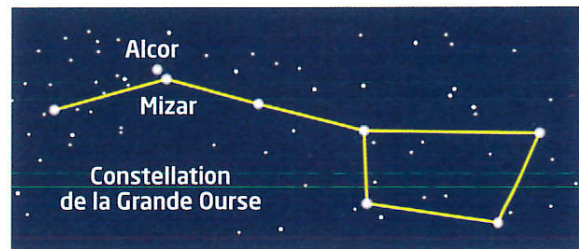
42 Étoiles doubles

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations)

Mettre en œuvre les étapes d'une démarche

Deux étoiles sont vues séparées par l'œil si la distance angulaire qui les sépare est supérieure à $3,0 \times 10^{-4}$ rad. Alcor et Mizar, par exemple, constituent un couple d'étoiles visibles à l'œil nu dans la constellation de la Grande Ourse.

Mais Mizar est elle-même une étoile double invisible à l'œil nu car les deux composantes sont trop proches l'une de l'autre. Elles ne sont distantes que de $14,5''$.



- Exprimer en radian la distance angulaire entre les deux étoiles.
- En déduire le grossissement minimal de la lunette astronomique afocale permettant d'observer cette étoile double.
- Indiquer si cette étoile double est observable en construisant une lunette astronomique afocale à l'aide de deux lentilles minces convergentes de distances focales de 20,0 cm et 4,0 cm.

DIFFÉRENCIATION

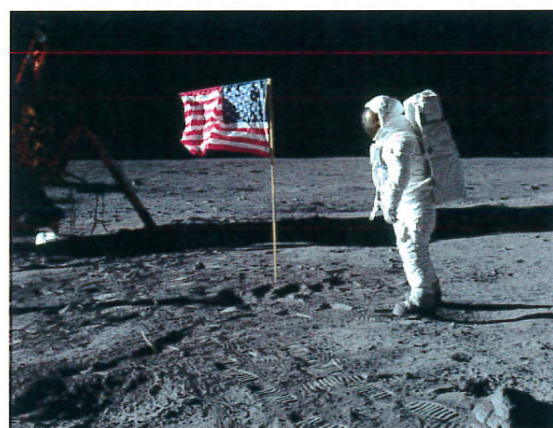
43 Drapeaux américains

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs) ANA Construire

les étapes d'une résolution de problème VAL Interpréter les résultats

La Lune est observée à l'aide de la plus grande lunette astronomique du monde, celle de Yerkes (États-Unis) qui possède un objectif de 102 cm de diamètre et de 19,2 m de distance focale. Elle permet d'atteindre un grossissement maximal de 2500.

Si l'angle sous lequel l'œil observe deux points est inférieur au pouvoir séparateur de l'œil $\epsilon = 3 \times 10^{-4}$ rad, alors les deux points sont confondus.



- Déterminer la taille du plus petit détail que l'on peut voir sur la Lune en utilisant la lunette de Yerkes.
- En déduire si les drapeaux laissés par les Américains lors de leurs différents voyages sur la Lune sont visibles.

■ Aides à la fin du manuel.

44 * Lunette de Kepler

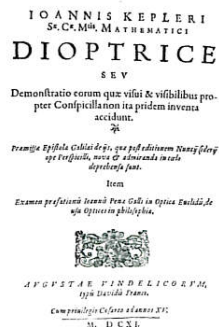
HISTOIRE
DES SCIENCES

APP Extraire l'information utile des documents

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations)

ANA-RAI Exploiter ses connaissances et les informations extraites

En 1610, Johannes Kepler rédige le premier traité moderne d'optique, le *Dioptrice*. Il décrit la lunette comme un système optique utilisant deux lentilles convergentes d'axe optique commun.



DOC. 1 Maquette de la lunette de Kepler

Une maquette de la lunette de Kepler est constituée de la manière suivante :

- l'objectif est une lentille convergente de distance focale $f_1' = 250$ mm, de diamètre $D = 25$ mm, de centre optique O_1 ;
- l'oculaire est une lentille convergente de distance focale $f_2' = 50$ mm, de centre optique O_2 .

DOC. 2 Choix d'un oculaire

L'expérience montre que les plus belles images du ciel s'obtiennent avec des grossissements dont la valeur est inférieure à un nombre N . Ce nombre est identique à la valeur du diamètre D de l'objectif, exprimée en millimètres, soit ici 25. L'idéal pour une lunette de Kepler est de disposer d'une gamme d'oculaires permettant des grossissements de $\frac{N}{7}$ à $2,5 \times N$. À partir d'un grossissement égal à $2,5 \times N$ les images paraissent floues à l'œil humain.



- a. Réaliser un schéma de cette lunette astronomique à l'échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe horizontal, en plaçant l'oculaire de telle façon que son foyer objet F_2 coïncide avec le foyer

image F_1' de l'objectif. Aucune échelle sur l'axe vertical n'est imposée.

Un astre situé « à l'infini » a un diamètre AB perpendiculaire à l'axe optique en A . Tous les rayons issus de B pénétrant dans la lunette sont parallèles entre eux et sont inclinés d'un angle θ par rapport à l'axe optique. L'objectif donne une image A_1B_1 de l'astre observé.

b. Sur le schéma précédent, construire l'image A_1B_1 . Justifier les tracés nécessaires à cette construction.

c. Terminer le tracé pour représenter l'image définitive $A'B'$ de l'objet AB à travers la lunette.

d. Indiquer l'angle θ' sous lequel est vue l'image $A'B'$ de l'objet AB à travers l'oculaire.

e. Exprimer puis calculer le grossissement de cette lunette.

f. En utilisant le **DOC. 2**, déterminer pour l'instrument étudié, les deux valeurs extrêmes des distances focales de la gamme d'oculaires correspondant à ces grossissements.

45 ** Retour sur l'ouverture du chapitre

APP Extraire l'information utile des documents

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs)

ANA-RAI Exploiter ses connaissances et les informations extraites

DOCUMENT Maquette de la lunette de Kepler

- Lunette astronomique 80/400.
- Grossissement maximal recommandé: 150.



- a. Donner le diamètre et la distance focale de l'objectif de la lunette astronomique.
- b. Cette lunette astronomique est afocale. Calculer la distance focale de l'oculaire correspondant au grossissement maximal recommandé.
- c. La Lune peut alors être vue depuis la Terre sous un angle $\theta = 32'$. Calculer l'angle θ' sous lequel est vue l'image de la Lune à travers la lunette.

46 * Un passionné d'astronomie

APP Rechercher et organiser l'information utile • Représenter la situation

à l'aide d'un schéma RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs,

représentations) • Utiliser un modèle ANA-RAI Exploiter

ses connaissances et les informations extraites

Un élève de Terminale ayant choisi l'enseignement de spécialité physique-chimie et passionné d'astronomie vient de recevoir en cadeau une lunette astronomique. L'élève décide d'en analyser le fonctionnement et d'en vérifier les caractéristiques, en assimilant l'objectif et les oculaires à des lentilles minces convergentes.

DOCUMENT Notice de la lunette astronomique offerte

Lunette astronomique équipée d'une superbe monture équatoriale permettant un suivi parfait des astres lors des observations.

C'est un appareil de très belle finition, la focale de 800 mm associée à un objectif achromatique de diamètre 60 mm rigoureusement surfacé améliore la qualité optique. Cet instrument très complet est livré avec 3 oculaires de focales 6 – 12, 5 – 20 mm. Grossissement : 133 – 64 – 40.

**1. Objectif**

Pour mesurer la distance focale f_1 de l'objectif, l'élève sort soigneusement la lentille de son tube support, puis la place perpendiculairement à la direction du Soleil et observe avec précaution sur un carton, également perpendiculaire à cette direction, la tache lumineuse obtenue.

Il constate alors que le diamètre de la tache est minimal pour une distance entre ce carton et le centre de l'objectif égale à 800 mm.

• En s'aidant d'un schéma pour justifier la réponse, indiquer la distance focale f_1 de l'objectif et vérifier si cette valeur est en accord avec la notice du fabricant.

2. Oculaires

L'élève constate que les oculaires peuvent servir de loupe pour examiner un texte dont les lettres ont une hauteur moyenne de 0,8 mm.

a. Indiquer la distance à laquelle il faut placer le texte par rapport au centre de chacun des oculaires pour que l'élève puisse voir avec une vision normale et sans effort l'image du texte plus grosse que le texte.

b. Réaliser un schéma pour identifier l'oculaire qui permet d'observer le texte le plus gros.

3. Lunette

L'élève observe maintenant le ciel nocturne à travers la lunette, équipée avec l'un des oculaires. Il effectue les réglages de telle sorte que l'image dans l'instrument d'un objet céleste soit à l'infini.

a. Exprimer, en fonction de f_1 et f_2 la distance d entre les centres optiques de l'oculaire et de l'objectif.

b. Représenter, sans souci d'échelle, le dispositif en faisant apparaître les centres optiques et les foyers des lentilles. L'élève pointe sa lunette vers la planète Vénus, dont le diamètre apparent à l'œil nu est $\theta = 1$ minute d'angle.

c. Représenter, sur le schéma précédent, sans souci d'échelle, le trajet, dans la lunette, d'un rayon lumineux incliné d'un angle θ sur l'axe optique, mais passant par le centre optique de l'objectif. On note θ' l'angle que fait, avec l'axe optique, le rayon émergent correspondant.

d. Établir l'expression du grossissement de la lunette en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire, puis calculer le grossissement obtenu avec chacun des oculaires. Indiquer si ces valeurs sont conformes à celles indiquées par le constructeur.

e. Calculer l'angle θ' sous lequel l'élève voit l'image de Vénus à travers l'instrument avec chacun des oculaires.

f. L'élève dirige maintenant sa lunette vers une zone du ciel, où aucun objet n'est visible à l'œil nu. Il est surpris de constater que plusieurs étoiles apparaissent comme des points lumineux dans le champ de l'instrument. Expliquer l'origine de cette apparition.

47 *** Cercle oculaire

RÉA Effectuer des procédures courantes (calculs, schémas)

• Utiliser un modèle

ANA-RAI Exploiter ses connaissances et les informations extraites

VAL Discuter de la validité d'un résultat

La maquette d'une lunette astronomique afocale est réalisée sur un banc d'optique à l'aide de deux lentilles minces convergentes de 20,0 cm et 4,0 cm de distances focales et de 5,0 cm de diamètre.

DONNÉES Relation de conjugaison :

L'image $A'B'$ d'un objet AB formée par une lentille mince convergente de distance focale $\overline{OF'}$ est telle que :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

Pour observer l'image la plus lumineuse possible, l'œil doit se placer au niveau du cercle oculaire. Le cercle oculaire est l'image de la monture de l'objectif formée par l'oculaire.

a. Réaliser un schéma de la maquette de la lunette astronomique afocale à l'échelle 1 verticalement et $\frac{1}{2}$ horizontalement.

b. Construire le cercle oculaire.

c. Déterminer grâce à la représentation graphique, la distance entre le centre optique O_2 de l'oculaire et le cercle oculaire. Vérifier cette position par calcul en utilisant les relations de conjugaison.

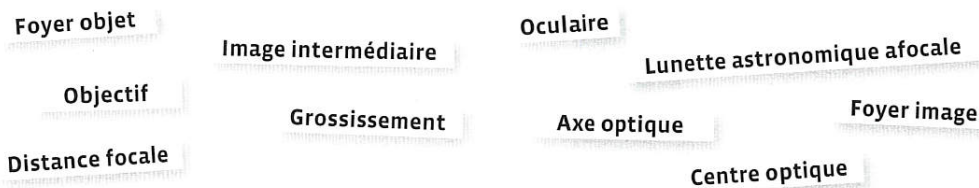
d. Mesurer son diamètre sur la représentation graphique, puis vérifier sa valeur par calcul.

48 Communiquer à l'oral en maîtrisant sa gestuelle

Un élève doit réaliser une présentation orale du modèle optique de la lunette astronomique afocale. Il doit présenter les différents éléments constitutifs de la lunette et expliquer leur rôle. Puis, il lui faut commenter le tracé réalisé sur une feuille de papier du faisceau issu d'un point objet situé « à l'infini » et traversant cette lunette afocale.

RESSOURCE

- Vidéo de l'étape 2

ÉTAPE 1 S'approprier le sujet à l'écrit

Rechercher la signification de chacun des termes proposés.

ÉTAPE 2 Réfléchir à sa gestuelle

Une formatrice donne des conseils pour savoir comment positionner ses mains et ses bras lors d'une présentation orale.

**Questions**

- 1 Regarder la vidéo et dresser la liste des conseils proposés par la formatrice.
- 2 Filmer la présentation orale dans laquelle les conseils proposés sont appliqués.
- 3 Proposer des éléments éventuels d'amélioration.
- 4 Réaliser un support visuel répondant aux contraintes citées dans l'énoncé.

Conseils!**► Pour s'entraîner**

- S'exercer fréquemment devant un miroir, en se filmant.
- Observer régulièrement la gestuelle des experts de la communication orale (présentateurs de télévision, hommes politiques, etc.).

► Pour le jour J

- Regarder au maximum l'ensemble de l'auditoire.
- Limiter ses déplacements sur un espace de 2 m de large (3 pas latéraux) et 1 m de profondeur.
- Si la présentation orale se fait en position assise, poser les avant-bras aux deux tiers sur la table et réaliser le mouvement des mains dans un petit cercle imaginaire suivant l'espace à disposition.

MÉTIER S ET ORIENTATION

Un(e) opticien(ne)-lunetier(ère) guide le client dans le choix des verres, des montures ou des lentilles. Il lui apprend les règles de maniement et d'entretien, lui donne des conseils pour une adaptation rapide. Il est autorisé (sous certaines conditions) à renouveler des verres correcteurs sans ordonnance médicale.

Formation : BTS Opticien-Lunetier. Le titulaire du BTS opticien lunetier est un professionnel de santé doté de compétences scientifiques, techniques et commerciales.

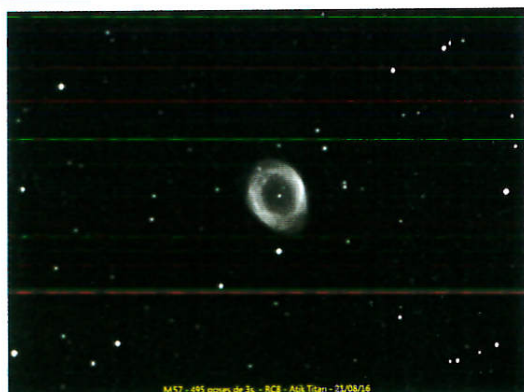
49 Nébuleuse M57

RÉSOLUTION DE PROBLÈME

S'APPROPRIER ANALYSER-RAISONNER RÉALISER

À l'exception du Soleil et de la Lune, tous les astres du ciel étoilé nous apparaissent ponctuels. Certains observatoires astronomiques possèdent des lunettes très performantes qui permettent de révéler les secrets des étoiles.

DOC. 1 Caractéristiques de la nébuleuse M57



La Nébuleuse de la Lyre (en anglais *Ring Nebula*), nommée dans le Catalogue de Messier sous le nom M57, est une nébuleuse planétaire située dans la constellation de la Lyre. Sa forme caractéristique lui vaut également le surnom de nébuleuse de l'Anneau, dont le diamètre est de $1,3 \times 10^{13}$ km. Elle a environ 10 000 ans et se situe à environ 2 600 a.l. de la Terre.

D'après Wikipédia.

DOC. 2 Observatoire de Harvard

L'observatoire du Harvard College, aux États-Unis, s'est doté en 1847 d'une lunette astronomique dont l'objectif a un diamètre de 38 cm et une distance focale $f'_1 = 6,80$ m. Il s'agissait d'un instrument remarquable pour l'époque au point de rester célèbre sous le nom de « Grand réfracteur ». Cet instrument a permis de nombreuses découvertes dont la première photographie de l'étoile Véga de la constellation de la Lyre en 1850.

D'après *Astronomie*, éditions Atlas.

DONNÉES

■ Pouvoir séparateur de l'œil: l'œil voit comme un point tout objet de diamètre apparent inférieur à $\varepsilon = 3,0 \times 10^{-4}$ rad. | ■ 1 année de lumière: 1 a.l. = $1,0 \times 10^{13}$ km.

Questions

Fiche d'évaluation

1 Question préliminaire

Représenter sur un schéma, sans souci d'échelle, le faisceau de lumière issu d'un point objet de la nébuleuse M57 traversant une lunette afocale.

2 Problème

Déterminer si la nébuleuse M57 est observable autrement que sous forme ponctuelle à travers la lunette astronomique de Harvard avec un oculaire de distance focale $f'_2 = 4,0$ cm.

La démarche suivie doit être correctement présentée. Il est aussi nécessaire d'exploiter la réponse à la question préliminaire, d'apporter un regard critique sur le résultat et de discuter de la validité des hypothèses formulées.

■ Aides à la fin du manuel.

RESSOURCE

- Fiche d'évaluation par compétences

50 Grossissement d'une lunette astronomique afocale

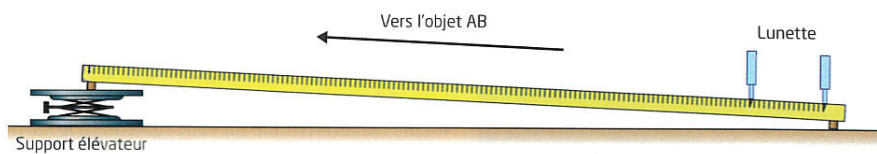
HISTOIRE
DES SCIENCES

S'APPROPRIER ANALYSER-RAISONNER RÉALISER

Au XVII^e siècle, Johannes Kepler s'appuie sur les travaux de Galilée pour inventer une nouvelle lunette astronomique en utilisant la combinaison de deux lentilles minces convergentes.

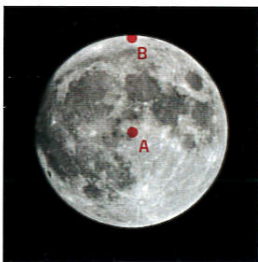
● Comment réaliser la maquette d'une lunette astronomique afocale et calculer son grossissement avec le matériel d'optique du lycée ?

DOC. 1 Montage réalisé



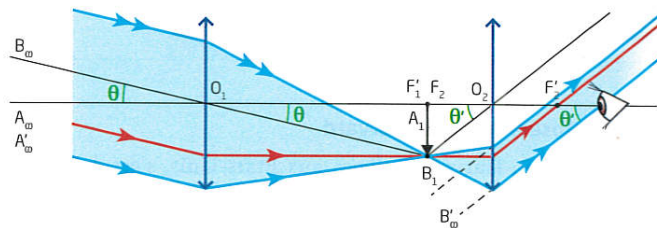
Les lentilles minces convergentes utilisées dans la modélisation de la lunette astronomique afocale ont des distances focales de 20 cm et de 5 cm.

DOC. 2 Objet utilisé



Deux points A et B repérés sur la photo de la Lune vont servir d'objet situé « à l'infini ».

DOC. 3 Trajet d'un faisceau lumineux dans une lunette afocale



DONNÉE

■ Grossissement d'une lunette astronomique afocale : $G = \frac{f_1'}{f_2'}$.

Questions

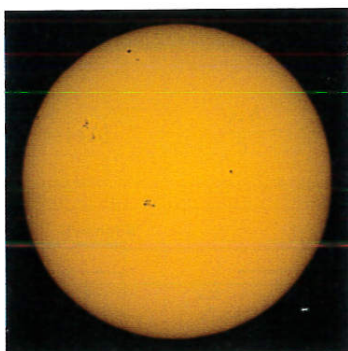
- Réaliser le montage d'une lunette astronomique afocale proposé dans le **DOC. 1** et faire les réglages nécessaires afin d'observer l'objet AB placé à au moins 6 m de cette lunette.
APPEL N°1 Appeler le professeur pour lui présenter l'image de l'objet AB.
- Placer une règle graduée sur le banc d'optique pour que sa position coïncide avec celle de l'image intermédiaire A_1B_1 formée par l'objectif. Retirer l'oculaire et observer directement cette image intermédiaire sur la règle transparente en plaçant l'œil sur l'axe de la lunette à une trentaine de centimètres environ de l'extrémité du banc.
APPEL N°2 Appeler le professeur pour lui présenter l'image intermédiaire A_1B_1 .
- Mesurer la distance O_1A_1 entre l'objectif et l'image intermédiaire A_1B_1 (**DOC. 3**).
- Remettre l'oculaire et observer simultanément l'image de la règle graduée formée par l'oculaire et l'image définitive $A'B'$ de l'objet AB formée par la lunette.
APPEL N°3 Appeler le professeur pour lui présenter les deux images.
- Mesurer A_1B_1 à travers l'oculaire et la distance O_2A_1 entre la position de l'image intermédiaire et le centre optique O_2 de l'oculaire afin de calculer le grossissement de la lunette afocale.

51 Taches solaires

S'APPROPRIER ANALYSER-RAISONNER RÉALISER

Les taches solaires sont des régions de la surface du Soleil qui intriguent les astronomes. L'observation du Soleil est dangereuse puisqu'elle provoque la brûlure de la rétine et peut conduire à la cécité. Pour étudier les taches solaires, les astronomes projettent l'image du Soleil sur un écran.

DOC. 1 Les taches solaires



Une tache solaire (anglais: *sunspot*) est une région sur la surface du Soleil (photosphère) qui est marquée par une température inférieure à son environnement et à une intense activité magnétique. C'est son champ magnétique qui inhibe la convection par un effet similaire aux freins à courants de Foucault, ralentissant ainsi l'apport

de chaleur venant de l'intérieur du Soleil (dans cette zone), formant des zones où la température de surface est réduite.

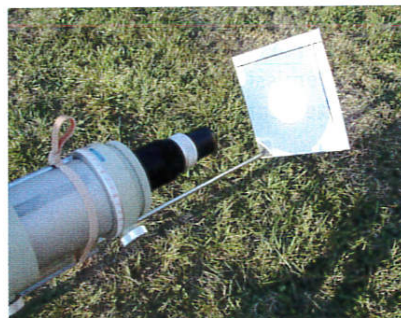
C'est essentiellement la baisse de température de la tache relative à son environnement qui la rend visible, l'émission de la tache étant de ce fait moins intense.

D'après Wikipédia.

DOC. 2 Lunette astronomique équipée d'un écran

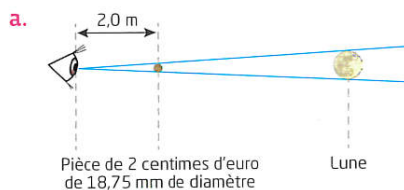
Caractéristiques de la lunette astronomique :
 - objectif convergent de diamètre $d = 70$ mm et de distance focale $f_1' = 900$ mm ;
 - oculaire convergent de distance focale $f_2' = 20$ mm.

Un écran peut être ajouté à la lunette à une distance $D = 32$ cm de l'oculaire.



DOC. 3 Diamètre apparent du Soleil

a. La Lune peut être cachée par une pièce de 2 centimes d'euro placée à 2,0 m de l'observateur.



b. Éclipse de Soleil: la Lune cache le Soleil.



Diamètre du Soleil :
 $1,39 \times 10^6$ km.

Problème

- Déterminer les modifications à apporter à une lunette astronomique afocale afin de former l'image du Soleil sur un écran.
- Les taches solaires mesurant 5 mm de diamètre sur l'écran, estimer le diamètre des taches solaires à la surface du Soleil.

La démarche suivie doit être correctement présentée. Il est aussi nécessaire d'apporter un regard critique sur le résultat et de discuter de la validité des hypothèses formulées.