

Exercices

17 Démontrer et appliquer le cours

Utiliser ses connaissances • Établir une loi

On dispose de lentilles convergentes de vergences variées. Pour construire une lunette astronomique, on fixe une lentille à une extrémité d'un tube en carton et une autre à l'autre extrémité. On observe ensuite le ciel à travers ce dispositif.

1. a. Laquelle des deux lentilles est nommée objectif : celle qui est du côté des étoiles ou celle qui est du côté de l'œil ? On notera O_1 son centre optique, C_1 sa vergence et f_1' sa distance focale.

b. Comment l'autre lentille se nomme-t-elle ?

On notera O_2 son centre optique, C_2 sa vergence et f_2' sa distance focale.

c. On considère un objet AB à l'infini, A étant dans la direction de l'axe optique.

Où se trouve l'image A_1B_1 de cet objet par la première lentille rencontrée ?

d. Comment faut-il placer la deuxième lentille pour que l'œil ne se fatigue pas pendant l'observation ? Justifier. Comment nomme-t-on un tel système ?

e. Quelle doit donc être l'expression de la longueur du tube en carton utilisé pour construire la lunette ?

2. a. Réaliser un schéma de principe de cette lunette en matérialisant les lentilles et leurs caractéristiques et en traçant le trajet d'au moins deux rayons issus de B.

b. Sur le schéma précédent, matérialiser l'angle θ sous lequel l'objet est vu à l'œil nu et l'angle θ' sous lequel il est vu à travers la lunette.

c. Définir le grossissement G d'un tel système optique en fonction de θ et θ' .

d. Déterminer l'expression de G en fonction des vergences C_1 et C_2 . On utilisera l'approximation des petits angles : $\tan\theta \approx \theta$ si θ est petit, avec θ exprimé en radians.

3. On dispose de lentilles de vergences suivantes :

$1,0 \delta$; $2,0 \delta$; $5,0 \delta$; $8,0 \delta$; $10,0 \delta$; $20,0 \delta$; $50,0 \delta$

a. Pour réaliser une lunette qui grossit 25 fois, lesquelles faut-il choisir ? Préciser leurs rôles.

b. Quel est l'encombrement (c'est-à-dire la longueur totale) d'une telle lunette ?

c. Qu'observe-t-on si on utilise cette lunette dans le mauvais sens ?

4. La planète Mars, de diamètre $d = 6,8 \times 10^3$ km, est à $D = 78$ millions de kilomètres de la Terre, au plus près. Une lunette de grossissement $G = 25$ permet-elle d'observer Mars avec un diamètre apparent supérieur à la résolution de l'œil humain, 3×10^{-4} rad ?

19 Tracé à l'échelle

Schématiser une situation • Utiliser ses connaissances

Une lunette astronomique est constituée d'un objectif de distance focale $f_1' = 500$ mm et d'un oculaire de distance focale $f_2' = 10$ cm.

■ Réaliser un schéma de cette lunette à l'échelle $\frac{1}{5}$.

On matérialisera le trajet de trois rayons provenant d'un point B à l'infini dans une direction inclinée par rapport à l'axe optique, ainsi que les angles α et α' , diamètres apparents de l'objet observé avec et sans la lunette.

20 Which magnification for which eyepiece?

Effectuer un calcul • Pratiquer l'anglais

The lens of a commercial telescope* has a focal length* of 500 mm. To use it, an amateur astronomer buys a set* of four eyepieces* with focal lengths of 6 mm, 9.0 mm, 15 mm and 20 mm.



■ Which magnifications* are thus available?

Vocabulary

Telescope: lunette astronomique, télescope

Focal length: distance focale

Magnification: grossissement

Eyepiece: oculaire

Set: lot

22 Grossissements et vergences

Effectuer un calcul • Exploiter un énoncé

■ Recopier et compléter le tableau suivant, où G est le grossissement d'une lunette astronomique, C_1 la vergence de son objectif et C_2 celle de son oculaire.

G	400		1 000	250
C_1 (en δ)	0,50	2,0		
C_2 (en δ)		40,0	50,0	100,0

25 Lunette déréglée

Établir une loi • Schématiser une situation

Une lunette astronomique est constituée d'un objectif de distance focale $f'_1 = 0,500$ m et d'un oculaire de distance focale $f'_2 = 5,00$ cm, placé à une distance d de l'objectif.

a. Que doit valoir d pour que cette lunette soit afocale ? Justifier.

b. La lunette est mal réglée, de sorte que $d = 54,0$ cm. Où se situe, par rapport à l'oculaire, l'image intermédiaire A_1B_1 d'un objet AB à l'infini ?

Que peut-on dire de l'image définitive $A'B'$?

c. Réaliser un schéma à l'échelle $\frac{1}{5}$ où l'on fera figurer les lentilles et leurs caractéristiques, les images A_1B_1 et $A'B'$ et où l'on tracera le trajet de trois rayons issus d'un point B à l'infini hors de l'axe optique.

d. L'œil voit-il cette image nette sans accommoder ? Et en accommodant ?

- La distance entre le centre de la Terre et celui de la Lune D_{TL} varie entre $3,567 \times 10^5$ km et $4,063 \times 10^5$ km.
- La distance réelle Terre-Lune n'est pas connue à la date de la mesure.
- Le rayon terrestre moyen est $R_T = 6\,378$ km.
- Le rayon lunaire est $R_L = 1\,737$ km.

a. Proposer une mesure pour la distance D avec son incertitude.

b. Calculer le diamètre d du cratère.

c. L'incertitude-type sur d vérifie :

$$\frac{u(d)}{d} = \sqrt{\left(\frac{u(f'_1)}{f'_1}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(A_1B_1)}{A_1B_1}\right)^2}$$

où l'on a noté $u(X)$ l'incertitude-type sur la grandeur X .

Calculer $u(d)$ et exprimer le résultat de la mesure de d avec son incertitude-type.

d. Une encyclopédie donne la valeur de référence $d_{\text{réf}} = 150$ km.

Calculer le quotient $\frac{|d - d_{\text{réf}}|}{u(d)}$ et commenter le résultat.

26 Mesures à l'aide d'une lunette

Exploiter un énoncé • Estimer une incertitude

Pour effectuer des mesures de distances astronomiques à l'aide d'une lunette astronomique, on peut lui adapter un oculaire micrométrique. Il s'agit d'un oculaire contenant, dans son plan focal objet, une graduation au micromètre près. Cette graduation se superpose à l'image intermédiaire A_1B_1 donnée de l'objet par l'objectif. On mesure ainsi à l'aide de la graduation la taille de A_1B_1 et on en déduit le diamètre angulaire α de l'objet.

On notera f'_1 la distance focale de l'objectif, f'_2 celle de l'oculaire.

1. a. Faire un schéma de principe de la lunette et montrer que $\tan \alpha = \frac{A_1B_1}{f'_1}$.

On admettra que l'angle α est assez petit pour que l'on puisse faire l'approximation des petits angles, c'est-à-dire $\tan \alpha \approx \alpha$, avec α exprimé en rad.

b. On observe à l'aide de cette lunette un objet céleste de longueur d situé à la distance D de l'observateur.

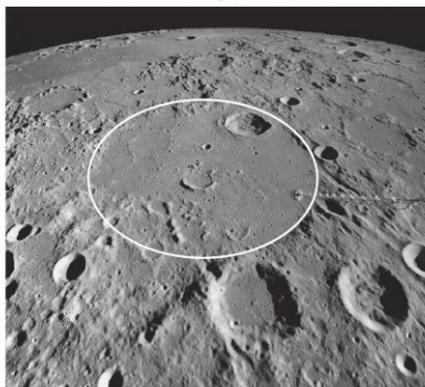
Donner l'expression de α en fonction de d et D .

On pourra s'aider d'un schéma.

c. En déduire l'expression de d en fonction de D , f'_1 et A_1B_1 .

2. On utilise une lunette astronomique dont l'objectif a une distance focale $f'_1 = 60 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$, afin d'observer le cirque Hipparque, un cratère lunaire (photographie ci-contre).

La mesure du cirque au micromètre montre que l'image intermédiaire a une taille $A_1B_1 = 25 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$.



Le cirque Hipparque, très érodé suite à de nombreux impacts.

Données