2007/09 Métropole
EXERCICE III. PETITE HISTOIRE D'UNE LENTILLE ET DE DEUX MIROIRS… (4 points)

En feuilletant un magazine scientifique, Clémentine, passionnée d'astronomie, lit la petite annonce suivante : " À VENDRE, télescope de Newton, état neuf, pas de notice… ". Bien décidée à observer la prochaine éclipse de Lune, Clémentine répond à la petite annonce et achète ce télescope. Privée de notice, elle fait appel à ses connaissances en optique pour le faire fonctionner au mieux. Après avoir démonté son télescope avec grand soin, Clémentine récupère une lentille (notée L) et deux miroirs (notés M_1 et M_2).

Le but de cet exercice est de suivre la démarche qui va permettre à Clémentine de retrouver les caractéristiques de chaque élément constituant ce télescope puis d'en étudier son fonctionnement au cours de l'observation d'une éclipse de Lune.

1. Étude des miroirs du télescope

1.1. *En se regardant dans chacun des miroirs, Clémentine constate que le premier (noté miroir M_1) donne une image plus grande de son visage que celui-ci alors que le second (noté miroir M_2) en donne une image de même taille.*
Sans souci d'échelle, compléter **LES FIGURES 10 ET 11 DE L'ANNEXE EN PAGE 13** en déterminant l'image A'B' du visage AB de Clémentine servant d'objet respectivement pour un miroir plan et pour un miroir sphérique.
À l'aide de son observation et des schémas précédents, déduire, parmi les miroirs M_1 et M_2, lequel est sphérique.

1.2. *Clémentine veut à présent déterminer la distance focale du miroir sphérique. Elle allume alors une lampe de poche recouverte d'un papier opaque possédant une petite ouverture en forme de flèche verticale (de 2,0 cm de hauteur) puis pose le miroir sphérique plusieurs mètres à droite de celle-ci. Elle utilise un demi écran qui permet à la fois de laisser passer une partie de la lumière incidente et d'observer la totalité de l'image inversée. En déplaçant cet écran entre la lampe et le miroir, elle cherche une image nette G'H' de la flèche lumineuse GH qui sert d'objet. Elle l'obtient quand la distance entre l'écran et le miroir est égale à 90 cm.*
Pourquoi Clémentine ne choisit elle pas un écran entier pour observer les images ?
Déduire de son expérience la distance focale du miroir sphérique. Justifier.

2. Étude de la lentille du télescope

Clémentine utilise à nouveau le dispositif de la question 1.2. pour déterminer cette fois la distance focale de la lentille L. Elle remplace donc le miroir sphérique par cette lentille de centre O et de diamètre 5,0 cm. Elle pose cette lentille 6,0 cm à droite de la flèche lumineuse GH (de 2,0 cm de hauteur) qui sert d'objet. Elle obtient une image nette G"H" en plaçant l'écran 3,0 cm à droite de la lentille.
2.1. Placer, à l'échelle, sur **LA FIGURE 12 DE L'ANNEXE EN PAGE 14**, la lentille L et l'écran afin d'illustrer l'expérience de Clémentine. En déduire par construction, à l'échelle, sur **LA FIGURE 12 DE L'ANNEXE EN PAGE 14**, la position des foyers F et F' de la lentille L.

2.2. Déterminer l'expression littérale de la distance focale image $\overline{OF'}$ de la lentille L puis calculer sa valeur numérique.

3. Observation d'une éclipse de Lune avec le télescope

3.1. *Clémentine remonte son télescope en plaçant ses différents éléments (la lentille L et les miroirs M_1 et M_2) tels qu'elle les a trouvés au moment de son achat.*
Dans son télescope, parmi les trois éléments précédents, lequel joue le rôle de l'objectif ?
Lequel joue le rôle de l'oculaire ?
Quel est le rôle du troisième élément ?

3.2. *Dans cette question, on suppose que le télescope de Clémentine est afocal et qu'elle observe, au début de l'éclipse, la Lune KN supposée à l'infini dans la direction représentée sur la figure 5 de l'annexe. Un système est dit afocal lorsqu'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.*

3.2.1. Sans souci d'échelle, compléter **LA FIGURE 13 DE L'ANNEXE EN PAGE 14** en construisant l'image K_1N_1 de la Lune KN donnée par le miroir M_1.

3.2.2. Sans souci d'échelle, compléter **LA FIGURE 13 DE L'ANNEXE EN PAGE 14** en plaçant l'image K_2N_2 de K_1N_1 donnée par le miroir M_2.

3.2.3. Clémentine a-t-elle correctement placé la lentille L dans son télescope pour qu'il soit effectivement afocal ?

3.2.4. Sans souci d'échelle, compléter **LA FIGURE 13 DE L'ANNEXE EN PAGE 14** en construisant l'image définitive K_3N_3 de K_2N_2 qui sert d'objet pour la lentille L.

3.3. *À cause du phénomène de diffraction, l'image d'un point donnée par un instrument d'optique n'est pas un point mais une tache circulaire d'autant plus grande que le diamètre de l'objectif est petit. Si le grossissement de l'instrument est trop élevé, ces taches deviennent visibles et l'image est floue. Le grossissement maximal utilisable est égal à 2,5 fois le diamètre de l'objectif exprimé en mm. Clémentine mesure le diamètre de l'objectif et trouve 12 cm.*

Donnée : Grossissement d'un télescope $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ *;* α et α' *correspondent respectivement au diamètre apparent de la Lune et celui de son image définitive.*

3.3.1. Compléter **LA FIGURE 13 DE L'ANNEXE EN PAGE 14** en plaçant les diamètres apparents α et α'.

Démontrer que le grossissement du télescope $G = \frac{f_{objectif}}{f_{oculaire}}$.

3.3.2. Calculer la valeur numérique du grossissement du télescope de Clémentine.
L'image définitive de la Lune observée par Clémentine est-elle nette ?

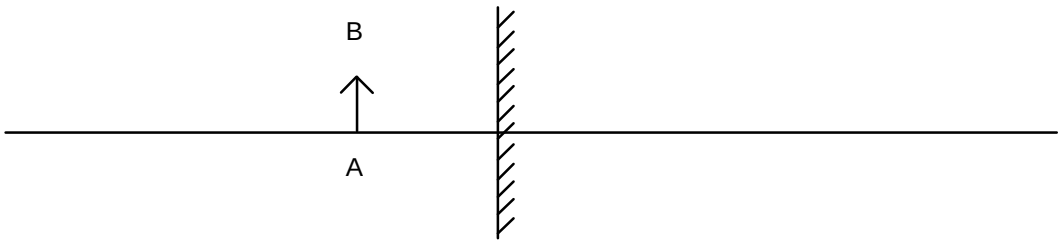
ANNEXE À RENDRE AGRAFÉE AVEC LA COPIE

ANNEXE EXERCICE III

Question 1.1.

Sens de propagation
de la lumière
→

Figure 10 (le schéma n'est pas à l'échelle)
miroir plan

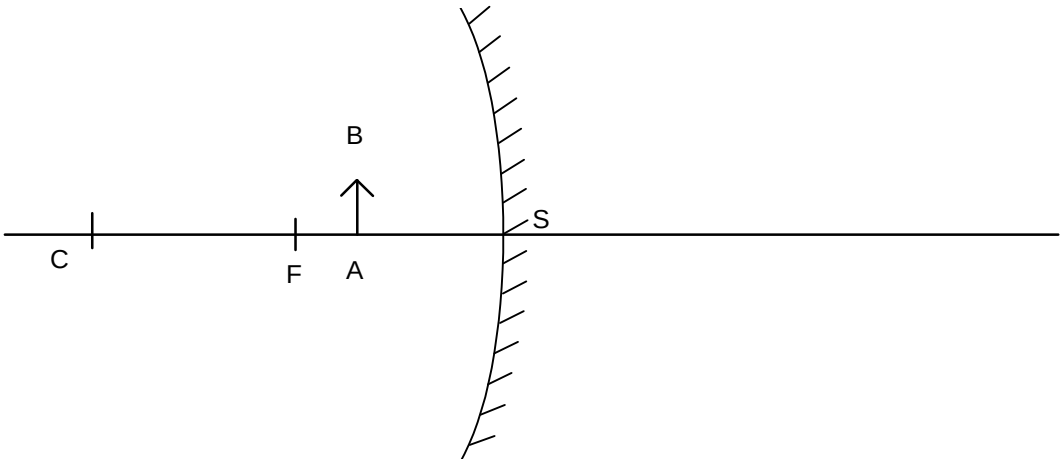


Question 1.1.

Données :
F : foyer du miroir
S : sommet du miroir
C : centre du miroir

Sens de propagation
de la lumière
→

Figure 11 (le schéma n'est pas à l'échelle)
miroir sphérique



ANNEXE EXERCICE III

Question 2.1. **Figure 12 (le schéma est à l'échelle)**

Sens de propagation
de la lumière
→



Questions 3.2.1., 3.2.2., 3.2.4. et 3.3.1. **Figure 13 (le schéma n'est pas à l'échelle)**

Données :
F_1 : foyer du miroir M_1
F et F' : foyers objet et image de la lentille L

Sens de propagation
de la lumière
→

