Spécialité : Etude d'un instrument d'observation astronomique

Bac S 2006 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

2 Après l'étude préliminaire des deux miroirs (partie 1 : figures 1 et 2), construire les images D_1E_1 et D_2E_2 de la Lune dans le télescope de Newton, puis l'image définitive D_3E_3 et l'angle θ'. Justifier le réglage adopté.

1.a Chaque rayon se réfléchit avec un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence : les rayons réfléchis se coupent en A′, symétrique de A par rapport au plan du miroir. Les rayons incidents convergent vers A sans l'atteindre : A est un objet **virtuel**. Les rayons réfléchis passent réellement par A′ : A′ est une image **réelle**, que l'on peut recueillir sur un écran.

1.b Le rayon passant par F_1 repart parallèlement à l'axe $x'x$. Le rayon arrivant en S repart symétriquement par rapport à l'axe. B étant à l'infini, son image B_1 est à l'intersection des deux rayons réfléchis, dans le plan focal du miroir (figure 2).

2.a D est à l'infini sur l'axe : D_1 est confondu avec F_1. Les deux rayons issus de E (par S et par F_1) donnent E_1 dans le plan focal, comme en 1.b. Le miroir plan donne de D_1E_1 une image symétrique par rapport à son plan : D_2E_2 est perpendiculaire à l'axe $y'y$, avec D_2 sur cet axe, et $D_2E_2 = D_1E_1$.

2.b D_2E_2 est dans le plan focal objet de l'oculaire : les rayons issus de E_2 sortent parallèles entre eux, dans la direction de la droite (E_2O), qui fait l'angle θ' avec l'axe $y'y$ (figure 3). Un œil normal voit sans accommoder un objet à l'infini : l'observation se fait sans fatigue.

$D_2E_2 = D_1E_1$ et l'image définitive D_3E_3 est à l'infini, vue sous l'angle θ'.

PIÈGE

Faire converger les rayons après l'oculaire. Un objet placé dans le plan focal objet d'une lentille convergente donne des rayons émergents parallèles : il faut les tracer parallèles à la droite (E_2O), qui n'est pas déviée.

COMPRENDRE

Le raisonnement est celui de la lunette astronomique : l'objectif forme une image intermédiaire dans son plan focal, l'oculaire la rejette à l'infini. Ici l'objectif est un miroir, et le miroir plan renvoie seulement la lumière sur le côté du tube.

MÉTHODE

Pour un miroir plan, placer d'abord le symétrique du point objet par rapport au plan du miroir, puis tracer les rayons réfléchis vers ce point. C'est plus précis que de reporter des angles au rapporteur.

Figure 1 : miroir plan

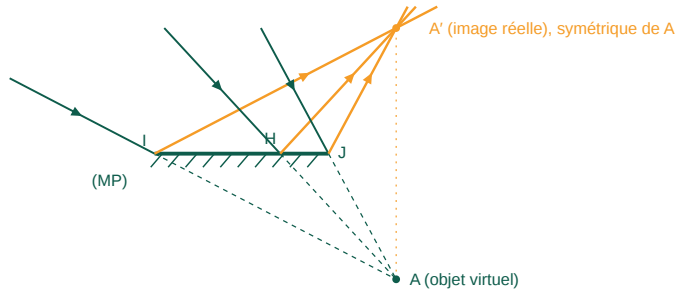


Figure 2 : miroir sphérique concave

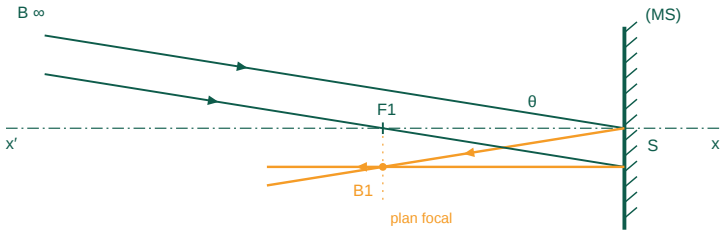
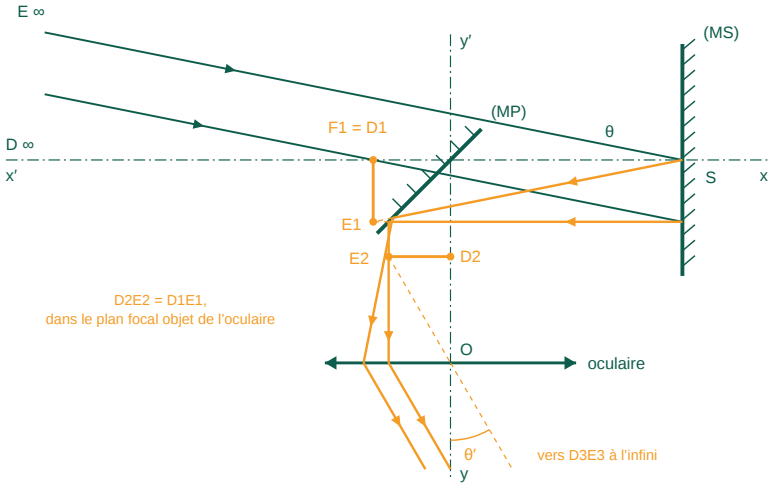


Figure 3 : télescope de Newton



2 · Annexes complétées (figures 1, 2 et 3) : en orange, les tracés de l'élève

3 Exprimer puis calculer D_1E_1 et θ'. Montrer que $G = \dfrac{f_1}{f_2'}$, calculer G, puis choisir l'oculaire (9 mm ou 20 mm) qui donne le grossissement maximal.

Données utiles $f_1 = 910\text{ mm}$; $f_2' = 9\text{ mm}$; $\theta = 8{,}7 \times 10^{-3}\text{ rad}$; $D_2E_2 = D_1E_1$ (question 2)

3.a Dans le triangle SF_1E_1, rectangle en F_1 : $\tan\theta = \dfrac{D_1E_1}{f_1}$. Avec $\tan\theta \approx \theta$:

$$D_1E_1 = f_1\,\theta = 910 \times 8{,}7 \times 10^{-3} = 7{,}9\text{ mm}$$

3.b Dans le triangle OD_2E_2, rectangle en D_2 : $\tan\theta' = \dfrac{D_2E_2}{f_2'}$, soit en confondant l'angle et sa tangente :

$$\theta' = \frac{D_2E_2}{f_2'} = \frac{7{,}9}{9} = 0{,}9\text{ rad}$$

3.c Comme $D_2E_2 = D_1E_1 = f_1\,\theta$: $\theta' = \dfrac{f_1\,\theta}{f_2'}$, donc $G = \dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{f_1}{f_2'}$.

$$G = \frac{910}{9} \approx 1 \times 10^2$$

3.d f_1 est fixée et G est inversement proportionnel à f_2' : le grossissement est le plus grand avec la plus petite focale. Avec l'oculaire de 20 mm, $G = \dfrac{910}{20} = 46$ seulement.

$G = \dfrac{f_1}{f_2'} \approx 1 \times 10^2$, maximal avec l'oculaire de 9 mm.

PIÈGE
Les deux focales doivent être dans la même unité avant de faire le rapport. L'angle θ doit être en radians dans $D_1E_1 = f_1\,\theta$: avec 0,5 (en degrés), le résultat est faux.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : θ en a deux, donc $D_1E_1 = 7{,}9$ mm ; $f_2' = 9$ mm n'en a qu'un, donc $\theta' = 0{,}9$ rad et $G \approx 1 \times 10^2$. Le calcul donne 101.

COMPRENDRE
$\theta' \approx 0{,}9$ rad vaut environ 50° : ce n'est plus un petit angle, et $\tan\theta' \approx \theta'$ devient grossier. Le sujet demande pourtant ce calcul ; la relation $G = f_1/f_2'$ reste la définition utilisée.

À LA CALCULATRICE

