Spécialité : Télescope de Newton

Bac S 2003 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1 a) Construire l'image $A'B'$ de AB dans le miroir plan et donner le grandissement γ. b) Pour le miroir sphérique de foyer F : où est l'image d'un objet à l'infini sur l'axe ? Construire l'image de AB sur la figure 2.

a) L'image $A'B'$ est le symétrique de AB par rapport au plan du miroir : A' et B' sont derrière le miroir, aussi loin de lui que A et B (figure 1). Cette image est virtuelle, droite et de même taille que l'objet :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +1$$

b) Un objet à l'infini sur l'axe envoie des rayons parallèles à l'axe ; après réflexion, ils convergent tous au foyer. L'image se forme donc en F, dans le plan focal du miroir.

Construction (figure 2) avec deux rayons issus de B :

- le rayon parallèle à l'axe se réfléchit en passant par F ;
- le rayon passant par F se réfléchit parallèlement à l'axe.

Les deux rayons réfléchis se coupent en B' ; A' est le projeté de B' sur l'axe.

$\gamma = 1$; objet à l'infini : image au foyer F ; sur la figure 2, $A'B'$ est réelle, renversée et plus petite que AB.

PIÈGE
Dans le miroir plan, aucun rayon ne passe réellement derrière le miroir : les prolongements et l'image virtuelle se tracent en pointillés.

MÉTHODE
Un troisième rayon sert de contrôle : celui qui arrive en S repart symétriquement par rapport à l'axe. Il doit lui aussi passer par B'.

Figure 1 : miroir plan

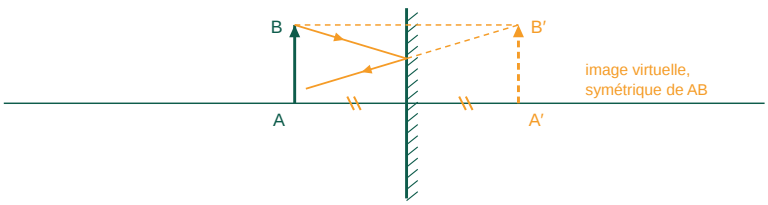
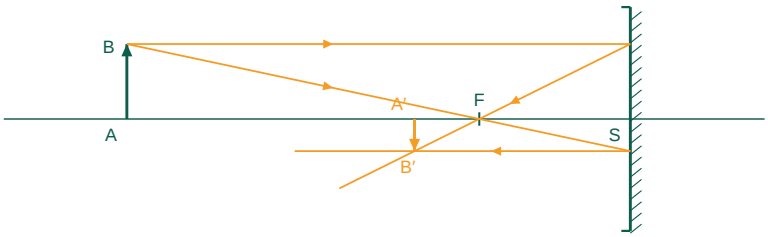


Figure 2 : miroir sphérique



1 · Figures 1 et 2 complétées (tracés de l'élève en orange)

2 a) Placer F_1' et l'oculaire sur la figure 3 ; où est l'image finale ? b) Justifier $\theta = 2\alpha$, situer A_1, relier A_1B_1 à f_1 et θ, calculer A_2B_2. c) Schéma de l'oculaire, image finale, expression de α', justifier $\theta' = 2\alpha'$. d) Calculer θ'/θ et nommer ce quotient.

Données utiles $f_1 = SF_1 = 1{,}20$ m ; $\theta = 2\alpha = 30'$ d'arc $= 0{,}00872$ rad ; $f_2' = 2{,}00$ cm

a) F_1' est le symétrique de F_1 par rapport au miroir plan : il est sur Δ', avec $IF_1' = IF_1$. L'oculaire est une lentille perpendiculaire à Δ', de centre O_2 sur Δ', placée à la distance f_2' au-delà de F_1', pour que F_2 soit en F_1' (figure 3).

PIÈGE
Dans $G = f_1/f_2'$, les deux distances focales doivent être dans la même unité : $f_2' = 2{,}00 \times 10^{-2}$ m. Le grossissement est un rapport d'angles, il n'a pas d'unité.

L'objet à l'infini sur Δ a pour image F_1 par le miroir sphérique, puis $F_1' = F_2$ par le miroir plan. Un objet au foyer objet de l'oculaire a son image à l'infini : l'image finale est à l'infini sur Δ'.

b) Le centre de la Lune est sur Δ : les rayons venant de A_∞ et de B_∞ arrivent en S inclinés de α de part et d'autre de Δ. Un œil placé en S voit donc la Lune sous l'angle $\theta = 2\alpha$: c'est son diamètre apparent.

A_∞ est à l'infini : son image A_1 se forme dans le plan perpendiculaire à Δ en F_1 (plan focal), à la distance F_1A_1 de l'axe telle que $\tan\alpha = \dfrac{F_1A_1}{SF_1}$, soit $F_1A_1 = \alpha\, f_1$ (α petit). B_1 est son symétrique par rapport à Δ, d'où

$$A_1B_1 = 2\alpha\, f_1 = \theta\, f_1$$

Le miroir plan donne une image de même taille que l'objet : $A_2B_2 = A_1B_1 = \theta\, f_1$.

$$A_2B_2 = 0{,}00872 \times 1{,}20 = 1{,}05 \times 10^{-2}\ \text{m} = 10{,}5\ \text{mm}$$

c) A_2B_2, centrée sur F_2, se trouve dans le plan focal objet de la lentille (schéma). L'image finale de la Lune est donc à l'infini.

Dans le triangle $O_2F_2A_2$, avec α' petit : $\alpha' = \dfrac{F_2A_2}{O_2F_2} = \dfrac{A_2B_2}{2\,f_2'} = \dfrac{2\alpha\, f_1}{2\,f_2'}$, soit

$$\alpha' = \alpha\,\frac{f_1}{f_2'}$$

Tous les rayons issus de A_2 sortent de l'oculaire parallèles à (A_2O_2), donc inclinés de α' sur Δ' ; ceux issus de B_2 sont inclinés de α' de l'autre côté. L'œil voit les deux bords de la Lune dans des directions séparées de $\theta' = 2\alpha'$: c'est le diamètre apparent dans le télescope.

d) $\dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{f_1}{f_2'} = \dfrac{1{,}20}{2{,}00 \times 10^{-2}} = 60{,}0$

Ce quotient est le grossissement G du télescope : il compare l'angle sous lequel on voit l'astre dans l'instrument à l'angle sous lequel on le voit à l'œil nu. Ici la Lune paraît 60 fois plus large.

$$A_2B_2 = \theta\, f_1 = 10{,}5\ \text{mm}\ ;\ \alpha' = \alpha\,\frac{f_1}{f_2'}\ ;\ G = \frac{\theta'}{\theta} = 60{,}0$$

COMPRENDRE

Trois chiffres significatifs, comme θ, f_1 et f_2'. Vue dans le télescope, la Lune occupe $\theta' = 60 \times 30' = 30^\circ$ au lieu d'un demi-degré.

COMPRENDRE

Le raisonnement est celui de la lunette afocale : un objectif (ici le miroir sphérique) forme une image dans son plan focal, l'oculaire la renvoie à l'infini et $G = f_{\text{objectif}}/f_{\text{oculaire}}$. Le miroir plan ne fait que couder le faisceau.

Figure 3 complétée (question a)

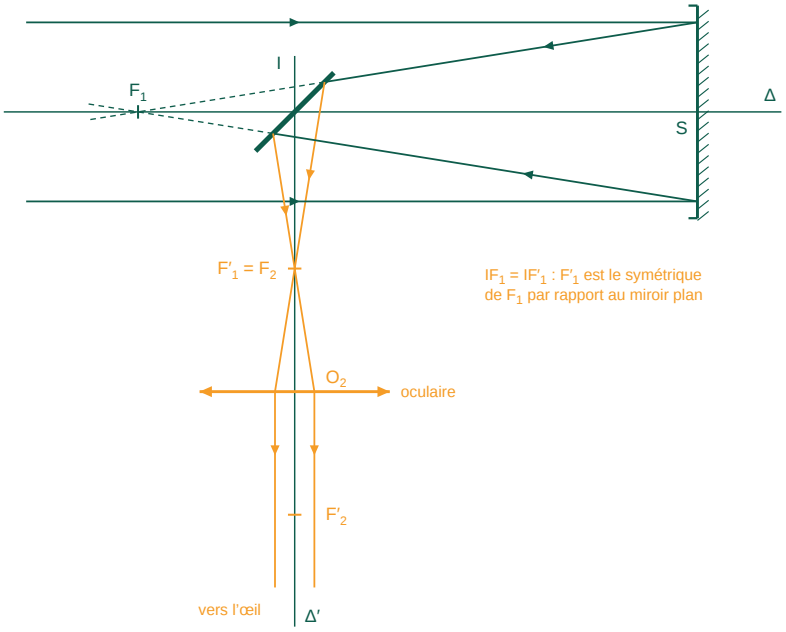
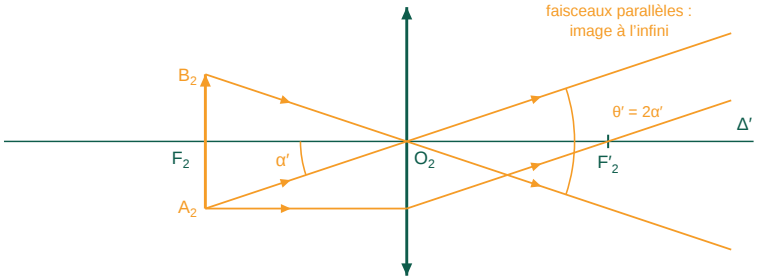


Schéma de l'oculaire (question c)



2 · Figure 3 complétée et schéma de l'oculaire (tracés de l'élève en orange)

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

0.00872×1.20

≈ 0.010464

$\dfrac{1.20}{2.00 \times 10^{-2}}$

≈ 60