Spécialité : Microscope

Bac S 2007 Liban (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1 En justifiant, placer sur la figure (a) le foyer principal F du miroir sphérique d'axe (Δ) et de centre C.

Le foyer principal F d'un miroir sphérique se trouve au milieu du segment [CS], où S est le sommet du miroir :

$$CF = FS = \frac{CS}{2}$$

F est le point de l'axe (Δ) situé au milieu de [CS] (tracé sur la figure de la question 2).

COMPRENDRE
Le miroir sphérique appartenait à l'ancien enseignement de spécialité ; il n'est plus étudié dans la spécialité actuelle. Les idées utilisées ici (foyer, plan focal, source à l'infini) restent celles des lentilles et de la lunette astronomique.

2 Compléter sur la figure (a) la marche des rayons lumineux provenant de la source qui éclaire le miroir.

Les deux rayons incidents sont parallèles : la source est à l'infini. Son image B se forme donc dans le plan focal du miroir, plan perpendiculaire à (Δ) passant par F.

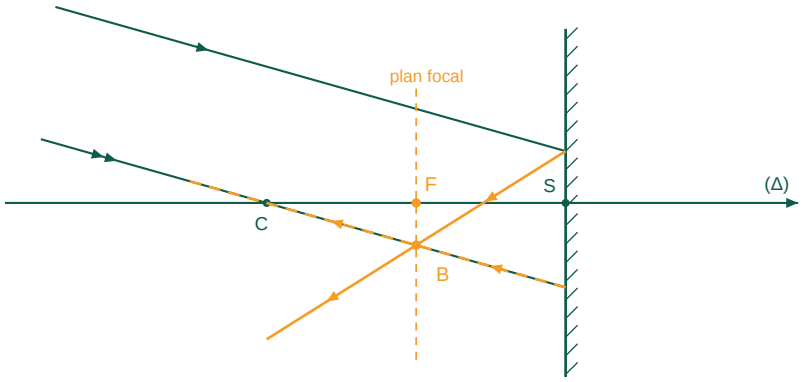
Le rayon incident qui passe par le centre C se réfléchit sur lui-même : il repasse par C. Il coupe le plan focal au point B.

L'autre rayon se réfléchit en passant lui aussi par B.

Les rayons réfléchis convergent au point B du plan focal, situé sur le rayon qui passe par C.

PIÈGE
Faire converger les rayons réfléchis au foyer F. Ce serait vrai seulement pour des rayons incidents parallèles à l'axe (Δ) ; ici ils sont inclinés, donc ils se croisent ailleurs dans le plan focal.

MÉTHODE
Faisceau parallèle incliné : repérer d'abord le point image dans le plan focal grâce à un rayon particulier (celui qui passe par C), puis faire passer par ce point tous les autres rayons réfléchis.



2 · Figure (a) complétée : foyer F, plan focal et rayons réfléchis (en orange)

1 Compléter les figures (b) et (c) en construisant l'image A_1B_1 de l'objet AB donnée par la lentille L_1.

Dans chaque cas, on trace deux rayons issus de B :

- le rayon parallèle à l'axe optique, qui émerge en passant par le foyer image F_1' ;
- le rayon passant par le centre optique O_1, qui n'est pas dévié.

B_1 est à l'intersection des rayons émergents (ou de leurs prolongements) ; A_1 est sur l'axe, à la verticale de B_1.

Figure (b) : les rayons émergents se coupent après la lentille. L'image est réelle, renversée et agrandie.

Figure (c) : les rayons émergents divergent ; ce sont leurs prolongements qui se coupent, avant la lentille. L'image est virtuelle, droite et agrandie.

(b) : A_1B_1 réelle et renversée, à droite de F_1' ; (c) : A_1B_1 virtuelle et droite, à gauche de F_1.

PIÈGE
Sur la figure (c), tracer les prolongements en traits pleins. Ils ne correspondent à aucun trajet de lumière : ils se dessinent en pointillés, comme l'image virtuelle A_1B_1.

Figure (b)

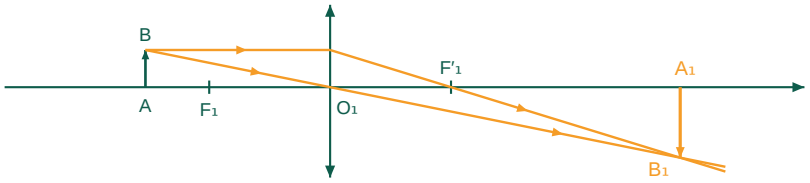
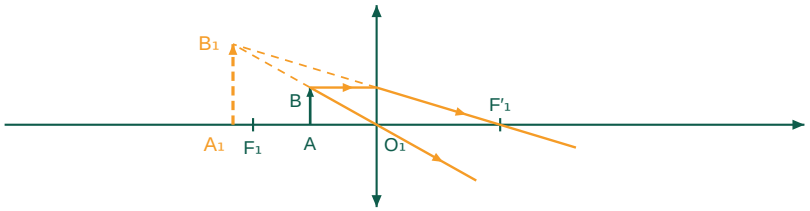


Figure (c)



1 · Figures (b) et (c) complétées : en pointillés, les prolongements et l'image virtuelle

2 Laquelle de ces deux constructions correspond à la situation du microscope ?

L'objectif du microscope donne de l'objet une image intermédiaire renversée et très agrandie. Seule la figure (b) donne une image renversée : l'objet y est placé un peu avant le foyer objet F_1.

C'est la figure (b) qui correspond au microscope.

COMPRENDRE
Sur la figure (c), l'objet est entre F_1 et O_1 : la lentille fonctionne en loupe et l'image est droite. Dans un microscope, ce rôle est tenu par l'oculaire, pas par l'objectif.

3 Déduire de la mesure sur le banc optique la distance focale f_1' de l'objectif.

Données utiles objet à 5,0 cm avant l'objectif ; image nette sur un écran à 15,0 cm après l'objectif

L'axe est orienté dans le sens de la lumière : $\overline{O_1A} = -5{,}0$ cm et $\overline{O_1A_1} = +15{,}0$ cm.

Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'}$$

$$\frac{1}{f_1'} = \frac{1}{15{,}0} + \frac{1}{5{,}0} = \frac{1}{15{,}0} + \frac{3}{15{,}0} = \frac{4}{15{,}0} \text{ cm}^{-1}$$

$$f_1' = \frac{15{,}0}{4} = 3{,}75 \text{ cm}$$

$f_1' \approx 3{,}8$ cm

PIÈGE
Oublier que $\overline{O_1A}$ est négative (objet avant la lentille). Avec $+5{,}0$ cm, on obtiendrait $\frac{1}{f_1'} = -\frac{2}{15}$, soit une distance focale négative, impossible pour une lentille convergente.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la donnée la moins précise (5,0 cm). Vérification : l'objet est entre f_1' et $2f_1'$ de la lentille ($3{,}75 < 5{,}0 < 7{,}5$), donc l'image est réelle et agrandie, comme sur la figure (b).

MÉTHODE
Sans calculatrice, garder des fractions : réduire au même dénominateur, additionner, puis inverser à la toute fin.

1 Où doit se situer l'image intermédiaire A_1B_1 pour que l'image définitive A'B' soit à l'infini ?

Une lentille convergente donne une image à l'infini lorsque l'objet est dans son plan focal objet. Ici, l'objet de l'oculaire L_2 est l'image intermédiaire A_1B_1.

A_1B_1 doit être dans le plan focal objet de l'oculaire : A_1 est confondu avec le foyer objet F_2.

COMPRENDRE
Le microscope n'est plus étudié dans la spécialité actuelle, mais ce réglage est exactement celui de la lunette astronomique : image intermédiaire au foyer objet de l'oculaire, image finale à l'infini, observée sans fatigue par l'œil.

2 Compléter la figure (d) en construisant l'image définitive A'B' de A_1B_1.

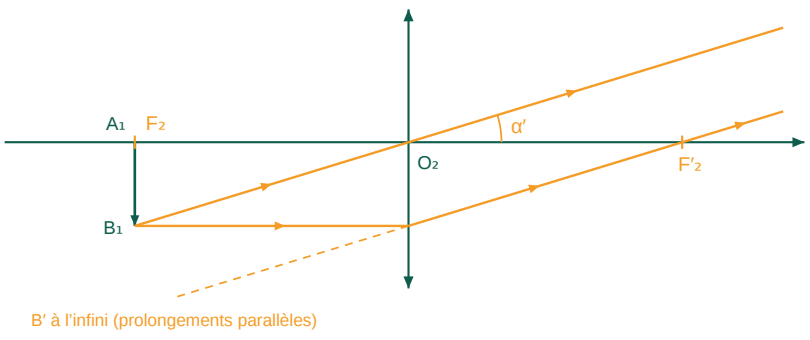
A_1 est au foyer objet : on place F_2 en A_1, puis F_2' symétrique de F_2 par rapport à O_2.

Deux rayons issus de B_1 : celui qui passe par O_2 n'est pas dévié ; celui qui arrive parallèlement à l'axe émerge en passant par F_2'.

Les deux rayons émergents sont parallèles entre eux : B' est à l'infini, dans leur direction. Elle fait l'angle α' avec l'axe optique.

A'B' est à l'infini : tous les rayons issus de B_1 émergent parallèles au rayon B_1O_2.

PIÈGE
Chercher à faire se couper les deux rayons émergents. Ils doivent rester rigoureusement parallèles : c'est ce parallélisme qui traduit une image à l'infini.



2 · Figure (d) complétée : A_1 au foyer objet F_2, rayons émergents parallèles

3 Exprimer le grossissement G_2 de l'oculaire en fonction de f'_2 et de d, puis calculer f'_2.

Données utiles $G_2 = 10$; $d = 25$ cm

À l'œil nu, l'objet A_1B_1 placé à la distance d est vu sous l'angle α :

$$\alpha \approx \tan\alpha = \frac{A_1B_1}{d}$$

À travers l'oculaire, l'image à l'infini est vue sous l'angle α'. Dans le triangle $O_2A_1B_1$, rectangle en A_1, avec $O_2A_1 = f'_2$: $\alpha' \approx \tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2}$

$$G_2 = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{A_1B_1}{f'_2} \times \frac{d}{A_1B_1} = \frac{d}{f'_2}$$

D'où $f'_2 = \frac{d}{G_2} = \frac{25}{10}$

$$\boxed{G_2 = \frac{d}{f'_2} \text{ et } f'_2 = 2{,}5 \text{ cm}}$$

PIÈGE

Exprimer α et α' avec des longueurs d'unités différentes. d est en centimètres : f'_2 sort en centimètres. Ne pas confondre non plus grossissement (rapport d'angles) et grandissement (rapport de tailles).

COMPRENDRE

Plus la distance focale de l'oculaire est courte, plus le grossissement est fort. La distance $d = 25$ cm est la plus petite distance de vision nette d'un œil normal.