Corrigé et barème – Lunette astronomique

Diamètre apparent et pouvoir séparateur de l'œil ; image intermédiaire donnée par l'objectif ; modèle de la lunette afocale à deux lentilles minces convergentes, objectif et oculaire, marche d'un faisceau issu d'un point à l'infini ; grossissement $G = f'_1/f'_2$ établi et exploité ; données d'une lunette commerciale et maquette.

Durée : 120 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie Terminale

Exercice 1 – Un avion de ligne dans le ciel ★★ *(4 pts)*

a) $\alpha \approx \dfrac{80}{11\,000} \approx \mathbf{7{,}27 \times 10^{-3}\ rad}$ (0,5 pt) ; $\times \dfrac{180}{\pi} \times 60 \approx \mathbf{25'}$ (0,5 pt). (1)

b) L'angle est très petit devant 0,1 rad et exprimé en radians : $\tan\alpha \approx \alpha$ (0,5 pt). $\dfrac{\alpha}{\varepsilon} \approx 24$: l'avion est vu comme un **objet étendu**, pas comme un point (0,5 pt). (1)

c) Il faut $\dfrac{80}{d} \geq \varepsilon$, soit $d \leq \dfrac{80}{3{,}0 \times 10^{-4}} \approx 2{,}7 \times 10^5$ m (0,5 pt), soit environ **270 km** (0,5 pt). (1)

d) $\alpha' = G\,\alpha = 12 \times 7{,}27 \times 10^{-3} \approx \mathbf{8{,}7 \times 10^{-2}\ rad}$ (1 pt). (1)

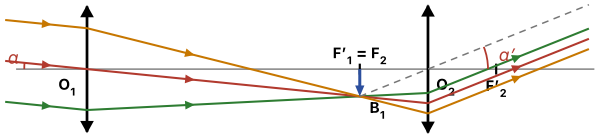
Erreur fréquente — Convertir dans le mauvais sens : pour passer des radians aux degrés, on multiplie par $180/\pi$.

Exercice 2 – Tracer le faisceau émergent ★★ *(4 pts)*

a) L'objectif est la lentille de 40,0 cm (grande distance focale, côté objet), l'oculaire celle de 10,0 cm (0,5 pt). $40{,}0 + 10{,}0 = 50{,}0$ cm $= O_1O_2$: $F'_1 = F_2$, la lunette est afocale (0,5 pt). (1)

b) On trace le rayon incident qui passe par O_1, non dévié ; il coupe le plan focal image de l'objectif en B_1 (0,5 pt). $A_1B_1 = f'_1 \tan\alpha = 40{,}0 \times 0{,}10 = \mathbf{4{,}0\ cm}$, sous l'axe (0,5 pt). (1)

c) B_1 est dans le plan focal objet de l'oculaire : on trace la droite (B_1O_2) et l'on fait ressortir tous les rayons parallèles à elle (0,5 pt). $\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{f'_2} = \dfrac{4{,}0}{10{,}0} = \mathbf{0{,}40}$ (0,5 pt).



(1)

d) $\dfrac{\tan\alpha'}{\tan\alpha} = \dfrac{0{,}40}{0{,}10} = 4{,}0 = \dfrac{40{,}0}{10{,}0}$: c'est le grossissement (0,5 pt). Le faisceau émergent monte alors que le faisceau incident descend : l'image finale est **renversée** (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Faire ressortir les rayons parallèles à l'axe : ils sont parallèles à la droite (B_1O_2).

Exercice 3 – Observer Mars ★★ *(4 pts)*

a) $F'_1 = F_2$ (0,5 pt) ; $O_1O_2 = f'_1 + f'_2 = 1{,}05 + 0{,}015 = \mathbf{1{,}065\ m}$ (0,5 pt). (1)

b) $G = \dfrac{1\,050}{15} = \mathbf{70}$ (1 pt), les deux distances en mm. (1)

c) $\alpha' = G\,\alpha = 70 \times 8{,}5 \times 10^{-5} \approx \mathbf{5{,}95 \times 10^{-3}\ rad}$ (0,5 pt). À l'œil nu, α est inférieur à ε : Mars est un point ; dans la lunette, $\alpha' \approx 20\,\varepsilon$: on voit un disque (0,5 pt). (1)

d) G est inversement proportionnel à f'_2 : $G = \dfrac{1\,050}{30} = 35$ (0,5 pt). Doubler f'_2 **divise** G par deux (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Croire que G augmente avec la distance focale de l'oculaire : $G = f'_1/f'_2$ diminue quand f'_2 augmente.

Exercice 4 – Concevoir une lunette ★★★ *(4 pts)*

a) $f'_1 + f'_2 = 69{,}0$ cm (afocale) et $f'_1 = 45\,f'_2$ (grossissement) (0,5 pt) ; $46\,f'_2 = 69{,}0$ cm, d'où $\mathbf{f'_2 = 1{,}50\ cm}$ et $\mathbf{f'_1 = 67{,}5\ cm}$ (0,5 pt). (1)

b) $C_1 = \dfrac{1}{0{,}675} \approx \mathbf{1{,}48\ \delta}$ (0,5 pt) ; $C_2 = \dfrac{1}{0{,}0150} \approx \mathbf{66{,}7\ \delta}$ (0,5 pt). (1)

c) $A_1B_1 \approx f'_1\,\alpha = 675 \times 4{,}0 \times 10^{-3} = \mathbf{2{,}7\ mm}$ (0,5 pt), dans le plan focal image de l'objectif, confondu avec le plan focal objet de l'oculaire (0,5 pt). (1)

d) $d = \dfrac{D}{G} = \dfrac{54}{45} = \mathbf{1{,}2\ mm}$ (0,5 pt) ; grossissement maximal utile $\approx 2 \times 54 = \mathbf{108}$: 45 est bien en deçà (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Oublier la relation d'afocalité : la longueur de la lunette fixe $f'_1 + f'_2$, le grossissement fixe f'_1/f'_2.

Exercice 5 – Choisir ses oculaires ★★★ *(4 pts)*

a) $G = \dfrac{900}{f'_2}$: **36**, **100** et **225** (1 pt). (1)

b) $G_{\max} \approx 2 \times 80 = 160$ (0,5 pt). Avec la Barlow : 72, 200 et 450. Dépassent 160 : l'oculaire de 4,0 mm seul (225), et avec la Barlow ceux de 9,0 mm (200) et de 4,0 mm (450) (0,5 pt). (1)

c) $d = \dfrac{80}{36} \approx \mathbf{2{,}2\ mm}$ (0,5 pt). $G_{\min} = \dfrac{80}{7} \approx 11{,}4$, d'où $f'_2 \leq \dfrac{900}{11{,}4} \approx \mathbf{79\ mm}$ (0,5 pt). (1)

d) Champ réel : $\dfrac{52}{36} \approx 1,44^\circ$, plus que $1{,}2^\circ$: l'amas entier est visible (0,5 pt). Avec 9,0 mm : $\dfrac{52}{100} = 0{,}52^\circ$, on n'en voit qu'une partie (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Choisir le plus fort grossissement possible : au-delà d'environ 2D, l'image est plus grande mais plus floue, et le champ se rétrécit.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).