Devoir surveillé – 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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

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

Un avion de ligne de 80 m d'envergure vole à 11 km d'altitude, à la verticale d'un observateur. Pouvoir séparateur de l'œil : $\varepsilon = 3{,}0 \times 10^{-4}$ rad ; π rad $= 180^\circ$.

a) Calculer le diamètre apparent α de l'avion, en radians puis en minutes d'angle.

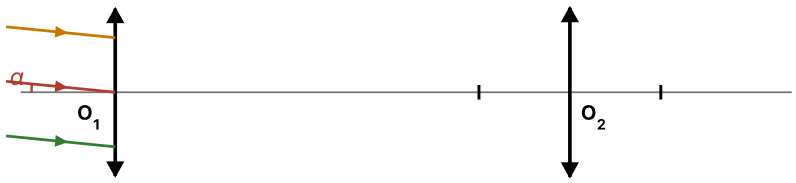
b) Justifier l'usage de l'approximation $\alpha \approx AB/d$. L'avion est-il vu comme un point ?

c) Jusqu'à quelle distance un objet de cette envergure reste-t-il vu comme un objet étendu ?

d) Un observateur suit l'avion avec une lunette de grossissement 12. Sous quel angle le voit-il ?

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

Le schéma représente à l'échelle une maquette de lunette (angles exagérés) : lentilles de distances focales 40,0 cm et 10,0 cm, placées à 50,0 cm l'une de l'autre. Le faisceau incident, issu d'un point B à l'infini situé au-dessus de l'axe, est incliné de α avec $\tan\alpha = 0{,}10$.



a) Identifier l'objectif et l'oculaire, puis justifier que la lunette est afocale.

b) Expliquer comment construire le point B_1 où converge le faisceau, et calculer sa distance à l'axe.

c) Expliquer comment tracer le faisceau émergent, puis calculer $\tan\alpha'$.

d) Calculer $\tan\alpha' / \tan\alpha$ et comparer à f'_1/f'_2. L'image finale est-elle droite ou renversée ?

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

Une lunette est formée d'un objectif de distance focale 1,05 m et d'un oculaire de distance focale 15 mm. Mars est vue à l'œil nu sous le diamètre apparent $\alpha = 8{,}5 \times 10^{-5}$ rad ; $\varepsilon = 3{,}0 \times 10^{-4}$ rad.

a) Énoncer la condition d'afocalité et calculer la longueur O_1O_2.

b) Calculer le grossissement G.

c) Sous quel angle α' voit-on Mars dans la lunette ? Comparer à l'observation à l'œil nu.

d) Un élève affirme qu'en remplaçant l'oculaire par un oculaire de distance focale 30 mm, on double le grossissement. Expliquer son erreur.

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

On veut une lunette afocale de grossissement 45 et de longueur 69,0 cm ; son objectif a un diamètre de 54 mm.

a) Écrire les deux relations vérifiées par f'_1 et f'_2, puis calculer f'_1 et f'_2.

b) Calculer les vergences C_1 et C_2 des deux lentilles.

c) Un astre est vu à l'œil nu sous l'angle $\alpha = 4{,}0 \times 10^{-3}$ rad. Calculer la taille de l'image intermédiaire et préciser où elle se forme.

d) Calculer la pupille de sortie. Quel grossissement maximal utile peut-on attendre de cet objectif ?

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

Une lunette « 80/900 » est livrée avec des oculaires de 25 mm, 9,0 mm et 4,0 mm, une lentille de Barlow $\times 2$. Pupille de l'œil : 7 mm ; champ apparent des oculaires : 52°.

a) Calculer le grossissement obtenu avec chaque oculaire, sans Barlow.

b) Calculer le grossissement maximal utile. Parmi les six montages possibles (avec ou sans Barlow), lesquels le dépassent ?

c) Calculer la pupille de sortie avec l'oculaire de 25 mm, puis la plus grande distance focale d'oculaire utilisable sans perte de lumière.

d) Un amas d'étoiles a un diamètre apparent de $1{,}2^\circ$. Le voit-on en entier avec l'oculaire de 25 mm ? avec celui de 9,0 mm ?

Bon courage !

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).