Une lunette d'amateur pour voir des étoiles doubles
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Asie - mars 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

<u>Estimation de la valeur de la distance focale de l'objectif commercial à l'aide de la lunette modélisée</u>

1. Sur le schéma en annexe, le foyer image F'_1 de l'objectif est au même endroit que le foyer objet F_2 de l'oculaire : le plan focal image de l'objectif est donc confondu avec le plan focal objet de l'oculaire.

L'objet AB à l'infini donne une image A_1B_1 qui est dans le plan focal image de l'objectif, qui est aussi le plan focal objet de l'oculaire.
L'image A'B' de A_1B_1 par l'oculaire est donc située à l'infini.

Ainsi, cette lunette donne d'un objet AB à l'infini, une image A'B' à l'infini.
On en déduit que cette lunette est effectivement afocale.

2. D'après le schéma, $O_1O_2 = O_1F'_1 + F'_1O_2$
Or $O_1F'_1 = f'_1$ et $F'_1O_2 = F_2O_2 = O_2F'_2 = f'_2$
On obtient donc : $O_1O_2 = f'_1 + f'_2$

3. On en déduit que $f'_1 = O_1O_2 - f'_2$
La distance O_1O_2 peut être assimilée à la longueur totale de la lunette, c'est-à-dire 56 cm d'après les données commerciales.
Pour l'oculaire (a), de distance focale 6 mm, on obtient : $f'_1 = 56 - 0{,}6 = 55{,}4$ cm
Pour l'oculaire (b), de distance focale 12 mm, cela donne : $f'_1 = 56 - 1{,}2 = 54{,}8$ cm
La distance focale f'_1 de l'objectif a donc une valeur, avec 2 chiffres significatifs, de 55 cm.

<u>II. Estimation de la valeur du grossissement commercial</u>

4. voir schéma en annexe
5. L'angle α sous lequel on voit l'objet AB à l'œil nu est aussi l'angle sous lequel on voit l'objet A_1B_1 depuis O_1 :

$\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1A_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_1}$ *(utilisation du triangle rectangle ($O_1A_1B_1$))*

6. voir schéma en annexe
7. L'angle α' sous lequel on voit l'objet A'B' est aussi l'angle sous lequel on voit l'objet A_1B_1 depuis O_2 :

$\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2A_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_2}$ *(utilisation du triangle rectangle ($O_2A_1B_1$))*

8. $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$, avec α' : angle sous lequel on voit l'astre à travers l'instrument
α : angle sous lequel on le voit à l'œil nu

Les angles α et α' étant très petits, on peut faire les approximations suivantes : $\tan\alpha \approx \alpha$ (en rad)
et $\tan\alpha' \approx \alpha'$ (en rad

On en déduit que $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{\dfrac{A_1B_1}{f_2'}}{\dfrac{A_1B_1}{f_1'}} = \dfrac{A_1B_1}{f_2'} \times \dfrac{f_1'}{A_1B_1} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$

9. Si $f_2' << f_1'$, alors $\dfrac{f_1'}{f_2'} >> 1$ et donc le grossissement de la lunette sera important.

10. Avec l'oculaire (a), $G_a = \dfrac{f_1'}{f'_{2\,(a)}} = \dfrac{55}{0,6} = 92$

Avec l'oculaire (b), $G_b = \dfrac{f_1'}{f'_{2\,(b)}} = \dfrac{55}{1,2} = 46$

Le grossissement maximal est donc un peu inférieur à 100.

<u>Observation d'étoiles doubles</u>

11. On distingue deux points lumineux avec le grossissement le plus fort (donc avec l'oculaire (a), de distance focale 6 mm), et un seul point lumineux avec le grossissement le moins fort (donc avec l'oculaire (b), de distance focale 12 mm).

D'après l'énoncé, l'œil humain ne peut distinguer deux points que si l'angle sous lequel sont vus les deux points est supérieur à $\varepsilon = 3,0\times10^{-4}$ rad.

Avec l'oculaire (a), on distingue les deux étoiles, donc $\alpha' > \varepsilon$

$\Rightarrow G_a \times \alpha > \varepsilon$

$\Rightarrow \alpha > \dfrac{\varepsilon}{G_a}$

$\Rightarrow \alpha > \dfrac{3,0\times10^{-4}}{92}$

$\Rightarrow \alpha > 3,3\times10^{-6}$ rad

Avec l'oculaire (b), on distingue un point lumineux unique, donc $\alpha' < \varepsilon$

$\Rightarrow G_b \times \alpha < \varepsilon$

$\Rightarrow \alpha < \dfrac{\varepsilon}{G_b}$

$\Rightarrow \alpha < \dfrac{3,0\times10^{-4}}{46}$

$\Rightarrow \alpha < 6,5\times10^{-6}$ rad

Finalement, on obtient : $3,3\times10^{-6}$ rad $< \alpha < 6,5\times10^{-6}$ rad

ANNEXE