Polynésie 2008 Exercice III – LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR (4 points)
Correction © http://labolycee.org

1. Vérification des distances focales

1.1. Considérons un point objet A situé au centre du Soleil et aligné avec l'axe optique de la lentille.

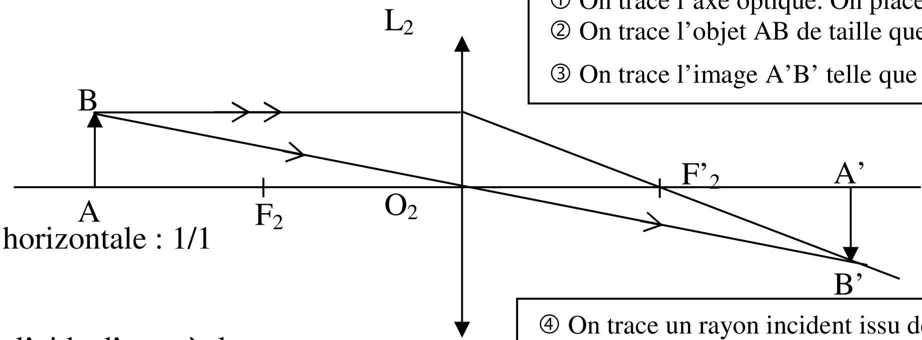
D'après la relation de conjugaison de Descartes : $\dfrac{1}{\overline{O_1A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{f'_1}$.

A peut être considéré à l'infini, $\overline{O_1A} \to -\infty$, donc $\dfrac{1}{\overline{O_1A}} \to 0$ et il vient $\dfrac{1}{\overline{O_1A'}} \approx \dfrac{1}{f'_1}$, soit $\boxed{\overline{O_1A'} = f'_1}$

L'image se formera à une distance de **1,15 m** de la lentille objectif.

1.2.1.

① On trace l'axe optique. On place A et A', tels que AA' = 10,0 cm.
② On trace l'objet AB de taille quelconque.
③ On trace l'image A'B' telle que $\overline{A'B'} = -\overline{AB}$



échelle horizontale : 1/1

④ On trace un rayon incident issu de B et passant par B'. Ce rayon coupe l'axe optique au niveau du centre optique O_2.
⑤ On place la lentille L_2.
On trace un rayon incident parallèle à l'axe optique, il émerge en coupant l'axe optique en F'_2 et passe par B'.
⑥ On place le foyer objet F_2 qui est symétrique de F'_2 par rapport à O_2.

1.2.2. À l'aide d'une règle, on mesure
$O_2F'_2 = f_2' = 2,5$ cm
Ainsi $f_2' = AA'/4$
f'_2 conforme à l'indication du constructeur.

2. Grossissement de la lunette

2.1. Comme on l'a justifié en 1.1., l'objet AB étant situé à l'infini alors l'image intermédiaire A_1B_1 se situe dans le plan focal image de l'objectif L_1. A_1 est confondu avec F'_1.
On prolonge le rayon issu de B, il coupe le plan focal image en B_1.

2.2. Appliquons la relation de conjugaison : $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{\overline{O_2F'_2}}$.

Le point objet A_1 est confondu avec le foyer objet F_2, donc $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F_2} = -\overline{O_2F'_2}$.

Il vient $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} + \dfrac{1}{\overline{O_2F'_2}} = \dfrac{1}{\overline{O_2F'_2}}$, donc $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = 0$, ce qui implique $\overline{O_2A'} \to \infty$. L'image définitive est rejetée à l'infini.

2.3. On trace un rayon issu de B_1 passant par le centre optique O_2.
Le rayon issu de B émerge parallèlement à ce rayon. Ainsi B' est rejeté à l'infini.

2.4. α' voir schéma. Dans le triangle rectangle $O_2A_1B_1$, on a $\tan \alpha' = \alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2F_2} = \dfrac{A_1B_1}{f'_2}$.

Dans le triangle rectangle $O_1F'_1B_1$, $\tan \alpha = \alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \dfrac{A_1B_1}{f'_1}$.

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\dfrac{A_1B_1}{f'_2}}{\dfrac{A_1B_1}{f'_1}} = \frac{A_1B_1}{f'_2}.\frac{f'_1}{A_1B_1} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

$$G = \frac{1,15}{25 \times 10^{-3}} = 46$$

2.5. f_1'étant constante et $G = \dfrac{f'_1}{f'_2}$, alors pour que G diminue il faut que f_2' augmente. Il faut utiliser un oculaire de distance focale supérieure à 25 mm.

3. Cercle oculaire

3.1. Le cercle oculaire est l'image de l'objectif à travers l'oculaire.

3.2. Voir schéma.

3.3. Méthode 1 : fortement conseillée

Voir, sur la figure, le rayon issu du bord inférieur de l'objectif L_1, passant par A_1 (F'_1 et F_2) puis par le bord supérieur du cercle oculaire. Ce rayon forme un angle β avec l'axe optique.

Soit J le point situé au bord inférieur de l'objectif L_1, dans le triangle rectangle $O_1F'_1J$:

$\tan\beta = \dfrac{\frac{D_1}{2}}{OF'_1} = \dfrac{D_1}{2f'_1}$, avec β petit et exprimé en radians : $\beta = \dfrac{D_1}{2f'_1}$

Dans le triangle rectangle F_2O_2H (voir figure), on a $\tan\beta = \dfrac{\frac{d}{2}}{F_2O_2} = \dfrac{d}{2f'_2}$, soit $\beta = \dfrac{d}{2f'_2}$.

D'après les deux expressions de β, il vient $\dfrac{D_1}{2f'_1} = \dfrac{d}{2f'_2}$ donc $\boxed{d = \dfrac{D_1.f'_2}{f'_1}}$.

d $= \dfrac{40\times10^{-3}\times25\times10^{-3}}{1{,}15} = 8{,}7\times10^{-4}$ m = **0,87 mm**.

Méthode 2 : longue, longue, mais une très bonne manière de revoir les formules essentielles.

D'après la relation de grandissement $\gamma = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

L'objet est l'objectif de diamètre D_1, situé à la distance O_1O_2 de l'oculaire.

L'image est le cercle oculaire de taille d, et situé à la distance O_2K. (K étant le point du cercle oculaire situé sur l'axe optique).

Ainsi on a $|\gamma| = \dfrac{O_2K}{O_1O_2} = \dfrac{d}{D_1}$. On raisonne avec la valeur absolue de γ ainsi on a des distances et non plus des mesures algébriques.

Il nous manque O_2K, déterminons la à l'aide de la relation de conjugaison.

$$\frac{1}{\overline{O_2K}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}} = \frac{1}{f'_2}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2K}} = \frac{1}{\overline{O_2O_1}} + \frac{1}{f'_2}$$

Lunette afocale $O_2O_1 = f'_1 + f'_2$, $\overline{O_2O_1} = -(f'_1 + f'_2)$

$$\frac{1}{\overline{O_2K}} = \frac{1}{-(f'_1+f'_2)} + \frac{1}{f'_2}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2K}} = \frac{1}{-(1{,}15+25\times10^{-3})} + \frac{1}{25\times10^{-3}}$$

Il faut apprendre à utiliser la touche x^{-1} *de votre calculatrice*

VOIR : http://www.labolycee.org/lpola/Spe-2-Conjugaison-Grandissement.pps

$\overline{O_2K}$ = **2,55×10⁻² m**, K est très proche de F'_2. Le schéma n'étant pas à l'échelle, il est normal que l'on trouve graphiquement un cercle oculaire en retrait de F'_2.

Revenons à la formule de grandissement : $|\gamma| = \dfrac{O_2K}{O_1O_2} = \dfrac{d}{D_1}$ soit $d = \dfrac{O_2K}{O_1O_2}.D_1$

$$d = \frac{2{,}55\times10^{-2}}{(1{,}15+25\times10^{-3})}\times40\times10^{-3}$$

$d = 8{,}7\times10^{-4}$ m soit **0,87 mm**.

3.4. Pour recevoir le maximum de lumière, l'astronome doit placer son œil au niveau du cercle oculaire, et le diamètre de sa pupille doit être supérieur ou égal à celui du cercle oculaire.

Merci de nous signaler d'éventuelles erreur par courriel : labolycee@gmail.com

EXERCICE III. LUNETTE ASTRONOMIQUE D'AMATEUR http://labolycee.org

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE