THEME : Ondes et signaux	La lunette astronomique - Exercice	Chapitre 6

Exercice 2 p 396 (NIVEAU 1) ; 5, 6 et 10 p 397 (NIVEAU 1,2) ; 22 p 401 (NIVEAU 2 et 21 p 400 (NIVEAU 3)

<u>De la Terre à la Lune – NIVEAU 2 :</u>

1. Diamètre de la Lune.
On observe la Lune à l'aide d'une lunette astronomique dont l'objectif est une lentille convergente de distance focale ***f'_1 = 100 cm****.*

Vue depuis la Terre, la Lune a un diamètre apparent **α = 9,3 × 10^{-3} *rad***.

L'angle α étant petit, on pourra utiliser l'approximation **$\tan\alpha \approx \alpha$** , α étant exprimé en radian.

1.1. Rappeler la définition du diamètre apparent (on pourra répondre par un schéma clairement annoté).

1.2. Calculer **le diamètre réel D** de la Lune sachant qu'elle est située à **d = 3,8 × 10^5 km** de la Terre.

2. On appelle AB le diamètre de la Lune situé dans le plan vertical contenant l'axe de la lunette, le point A étant situé sur l'axe optique principal (voir figure 1). La lune étant très éloignée de la Terre, dans toute la suite de l'énoncé, on la supposera à l'infini*.*

2.1. Sur la figure 1 en fin d'exercice, construire l'image A_1B_1, donnée par l'objectif (lentille L_1) de l'objet AB.

2.2. Calculer la grandeur A_1B_1 de cette image. L'angle α étant petit, on pourra utiliser l'approximation **$\tan\alpha \approx \alpha$** , α étant exprimé en radian.

3. L'image A_1B_1 sert d'objet pour l'oculaire (lentille L_2) qui en donne une image A'B'.

3.1. Quelle position particulière doit occuper A_1B_1 pour que A'B' soit rejetée à l'infini (vision sans fatigue) pour un œil normal ?

3.2. En déduire la position des foyers de la lentille L_2 et les marquer sur la figure 1 de la feuille annexe, en fin d'exercice.

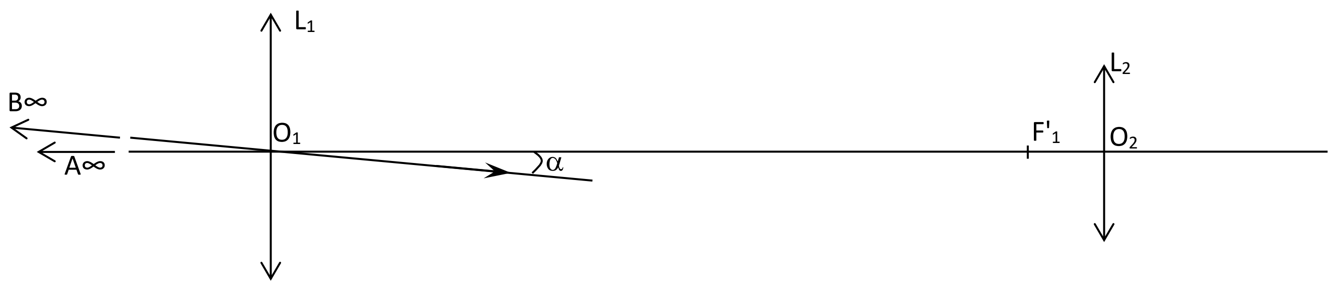
3.3. Construire l'image A'B' sur la figure 1.

4. On appelle grossissement de la lunette le rapport $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ α étant le diamètre apparent et α' l'angle sous lequel on voit l'image A'B'.

4.1. Calculer l'angle α' sachant que l'oculaire a une distance focale ***f'_2* = 10,0 cm**. L'angle α' étant petit, on pourra utiliser l'approximation **$\tan\alpha' \approx \alpha'$**, α' étant exprimé en radian.

4.2. En déduire le grossissement de la lunette.

Figure 1



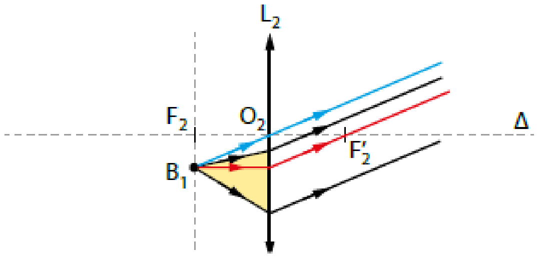
THEME : Ondes et signaux	La lunette astronomique Exercice : éléments de correction	Chapitre 6

2 Reconnaître la schématisation d'une lunette afocale

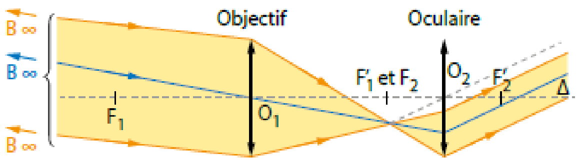
C'est la configuration (a) : les foyers image F'_1 de l'objectif et objet F_2 de l'oculaire sont confondus et la lumière traverse l'objectif puis l'oculaire, ce qui n'est pas le cas dans la configuration (c).

5 Représenter un faisceau lumineux émergent

On trace d'abord le rayon lumineux (B_1O_2) qui n'est pas dévié par la lentille. Ensuite, on trace le rayon passant par B_1 et parallèle à l'axe optique qui converge vers F'_2. Ces deux rayons émergents sont parallèles, ils donnent la direction du faisceau émergent. On complète alors le tracé des rayons donnés par l'énoncé.

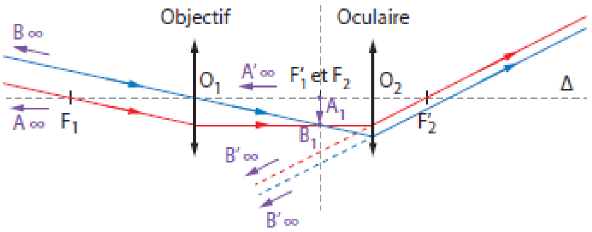


6 Représenter le faisceau émergeant d'une lunette afocale



10 Tracer l'image d'un objet situé à l'infini donnée par une lunette astronomique (2)

1. et **2. a.** Construction de l'image A_1B_1 :



b. L'oculaire donne une image A'B' rejetée à l'infini.

22 Pouvoir de résolution d'une lunette astronomique

1. $\beta = 1{,}22 \times \dfrac{\lambda}{d}$;

soit $\beta = 1{,}22 \times \dfrac{485 \times 10^{-9}\ \text{m}}{0{,}100\ \text{m}} = 5{,}92 \times 10^{-6}$ rad.

2. Calculons l'angle α en radian sous lequel sont vues les deux étoiles d'Achird.

$\alpha = 2{,}8 \times 10^{-3°}$;

soit $\alpha = 2{,}8 \times 10^{-3°} \times \dfrac{2\pi\ \text{rad}}{360°} = 4{,}9 \times 10^{-5}$ rad.

Cet angle α étant supérieur à la résolution β de la lunette, le phénomène de diffraction n'empêchera pas l'observation d'Achird.

3. Le grossissement de la lunette astronomique est par définition $G = \dfrac{\theta'}{\theta}$.

θ' est l'angle sous lequel l'image est vue par l'œil à travers la lunette soit, au minimum, $\theta' = \varepsilon$ et dans ce cas, $\theta = \beta$.

$G = \dfrac{\varepsilon}{\beta} = \dfrac{3{,}0 \times 10^{-4}\ \text{rad}}{5{,}92 \times 10^{-6}\ \text{rad}} = 51.$

4. a. Pour le cas où $\theta = \alpha$, on a $G = \dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{\theta'}{\alpha}$.

Donc $\theta' = G \times \alpha$; soit $\theta = 51 \times 4{,}9 \times 10^{-5}\ \text{rad} = 2{,}5 \times 10^{-3}$ rad.

b. L'angle sous lequel est vue l'étoile double Achird est supérieur au pouvoir séparateur de l'œil. Donc les deux étoiles d'Achird seront vues séparément.

21 p 400 : RDP

• **Présenter le contexte et introduire la problématique.**

On cherche à déterminer si la lunette astronomique permet d'observer la Lune comme si on était seulement à deux cent vingt-cinq lieues d'elle.

• **Mettre en forme la réponse.**

• Calcul du grossissement G de la lunette en configuration afocale :

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f'_1}{f'_2} = \frac{6{,}0\ \text{m}}{1{,}5 \times 10^{-2}\ \text{m}} = 400.$$

Donc $\dfrac{\theta'}{\theta} = 400.$

D'après le doc. (B), $\dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{d}{d'}$. Or, $\dfrac{\theta'}{\theta} = 400$ d'où $\dfrac{d}{d'} = 400$ où d est la distance réelle Terre-Lune, d' est la distance à laquelle on a l'impression d'être par rapport à la Lune.

• Calculons la distance d' si $d = 90\ 000$ lieues.

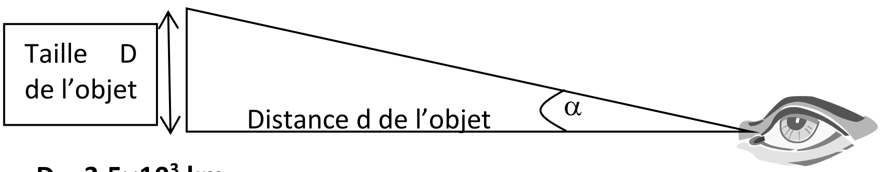
$d' = \dfrac{d}{400} = \dfrac{90\ 000\ \text{lieues}}{400} = 225$ lieues.

L'affirmation de F. Arago est donc exacte.

__De la Terre à la Lune :__

1.1. Le diamètre apparent α de l'objet est l'angle sous lequel on observe l'objet à l'œil nu.

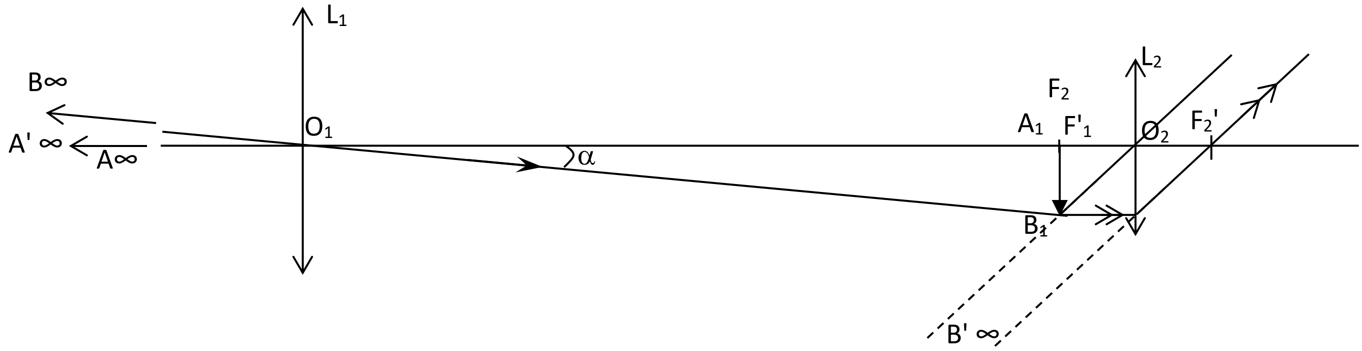
1.2. $\tan \alpha = \dfrac{D}{d}$



Comme α est petit et exprimé en radian, alors **tan α ≈ α**

D'où : **D = d.α** $D = 9{,}3 \times 10^{-3} \times 3{,}8 \times 10^{5}$ **$D = 3{,}5 \times 10^{3}$ km**

2.1. L'objet AB est à l'infini, donc l'image A_1B_1 se forme dans le plan focal image de l'objectif L_1. En effet d'après la Le point A_1 est confondu avec le foyer principal image F'_1. On prolonge le rayon issu de B et passant par O_1 , ce rayon n'est pas dévié. Le point image B_1 est situé à l'intersection du plan focal image avec ce rayon.



2.2. $\mathbf{\tan \alpha} = \frac{A_1B_1}{O_1F_1'}$ α étant petit et exprimé en radian, alors $\mathbf{\tan \alpha \approx \alpha}$

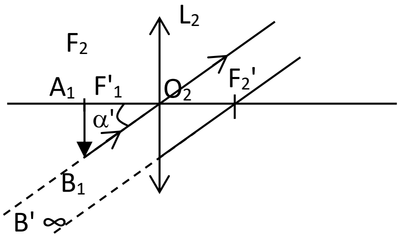
$\alpha = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1}$ donc $\mathbf{A_1B_1 = \alpha . O_1F'_1}$ $\mathbf{A_1B_1 = \alpha . f'_1}$ $\mathbf{A_1B_1} = 9{,}3\times10^{-3} \times 100 =$ **0,93 cm**

3.1. A_1B_1 doit être située dans le plan focal objet de l'oculaire L_2, ainsi l'image définitive A'B' est rejetée à l'infini.

3.2. On place F_2 confondu avec A_1 et F_2' symétrique de F_2 par rapport à la lentille L_2. Voir figure ci-dessus.

3.3. Construction de l'image définitive A'B' : voir figure ci-dessus. On trace un rayon issu de B_1 passant par O_2, il émerge sans être dévié. On trace un rayon issu de B_1 et parallèle à l'axe optique, il émerge en passant par F_2'. A' et B' sont rejetés à l'infini.

4.1. Dans le triangle $O_2A_1B_1$ rectangle en A_1 : $\mathbf{\tan \alpha'} = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{O_2F_2'}\ \frac{A_1B_1}{f_2'}$



α' petit et exprimé en radian donc $\mathbf{\alpha'} = \frac{A_1B_1}{f_2'}$ $\mathbf{\alpha'} = \frac{0{,}93}{10{,}0} = \mathbf{9{,}3 \times 10^{-2}}$ **rad**

4.2. $\mathbf{G} = \frac{\alpha'}{\alpha}$ $\mathbf{G} = \frac{9{,}3\times10^{-2}}{9{,}3\times10^{-3}} = \mathbf{10}$