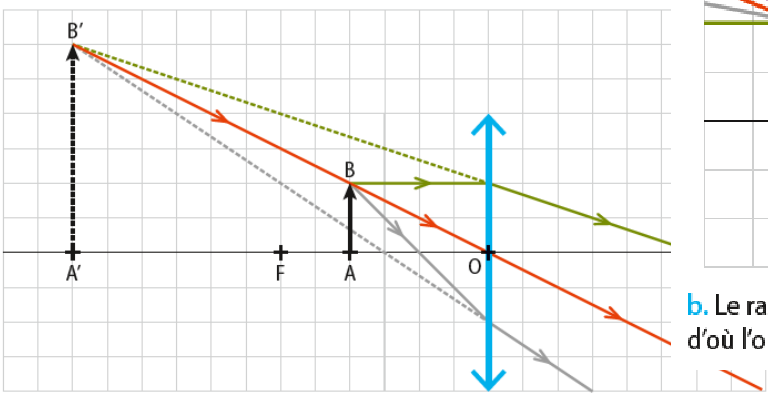
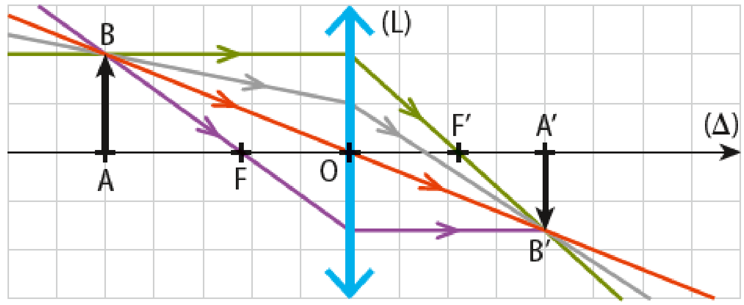
Correction TD R1 : Optique géométrique : formation des images, lunette astronomique.

2 a. et b. Voir schéma p. 636.

c. On mesure $\overline{OA'} = -6{,}0$ cm et $\overline{A'B'} = 3{,}0$ cm.



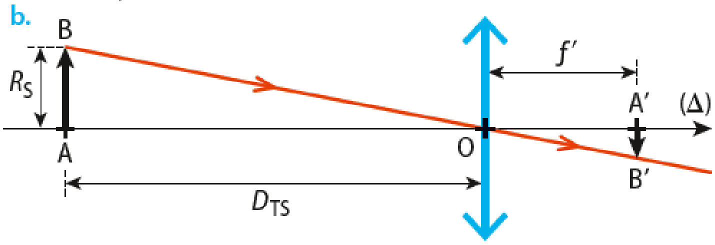
3 a.



b. Le rayon incident parallèle à l'axe optique repère le foyer image F′, d'où l'on déduit $f' = OF' = 1{,}1$ cm.

4 a. La lumière du Soleil provenant de l'infini pour la lentille, l'image nette se forme dans le plan focal image, donc l'écran doit être placé à une distance de la lentille égale à sa distance focale $f' = \frac{1}{C} = \frac{1}{5{,}0} = 0{,}20$ m, donc 20 cm.

b.

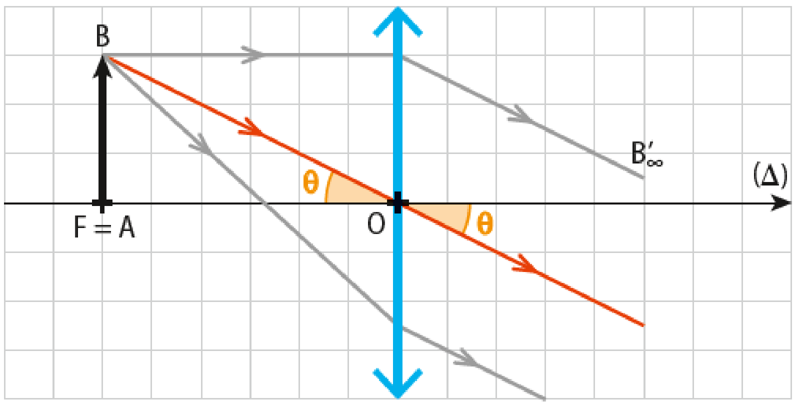


c. Le théorème de Thalès indique que : $\frac{A'B'}{R_S} = \frac{f'}{D_{TS}}$

d'où $A'B' = \frac{R_S f'}{D_{TS}} = \frac{7{,}0 \times 10^5 \times 0{,}20}{1{,}5 \times 10^8} = 9{,}3 \times 10^{-4}$ m.

5 a. Il faut placer la portée dans le plan focal objet de la lentille pour que l'œil n'accommode pas, donc à une distance égale à la distance focale de la lentille, $f' = 6{,}0$ cm.

b. A′B′ est à l'infini.



c. L'angle θ sous lequel la portée est vue à travers la lentille vérifie $\tan\theta = \frac{AB}{f'} = 0{,}10$ d'où $\theta = \arctan(0{,}10) = 5{,}7°$.

d. La portée, si on l'observe à l'œil nu à une distance $d = 25$ cm, est vue sous un angle α vérifiant $\tan\alpha = \frac{AB}{d} = 0{,}024$, d'où $\alpha = 1{,}4°$, soit environ quatre fois moins que θ. La loupe grossit donc l'image.

exo 14

a Le grossissement est le quotient de la distance focale de l'objectif par celle de l'oculaire, donc l'inverse du quotient de leurs vergences.

Comme $\frac{C_3}{C_1} = 4{,}00$, il faut choisir la lentille de vergence C_1 comme objectif et celle de vergence C_3 comme oculaire.

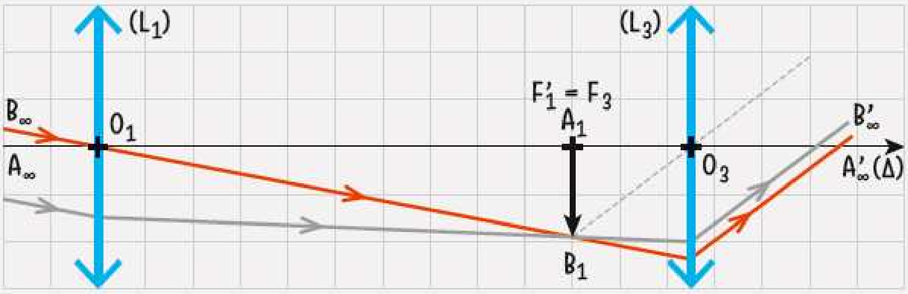
b Les distances focales de ces lentilles sont :

$f_1' = \frac{1}{C_1} = \frac{1}{2{,}00} = 0{,}500$ m $= 50{,}0$ cm et $f_3' = \frac{1}{C_3} = \frac{1}{8{,}00} = 0{,}125$ m $= 12{,}5$ cm.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que l'image d'un objet situé à l'infini par la lunette soit à l'infini, donc que le foyer image de l'objectif soit confondu avec le foyer objet de l'oculaire.

La distance entre les centres optiques doit donc être $f_1' + f_3' = 62{,}5$ cm.

c Schéma à l'échelle : 1 cm sur le dessin représente 10 cm réels.



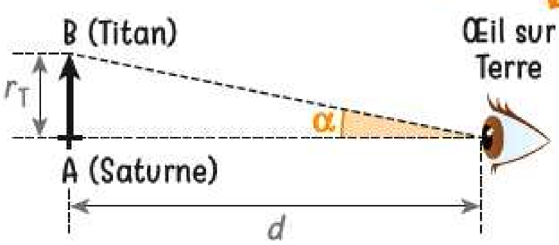
exo15

a La lunette a un objectif dont la distance focale est environ la longueur de la lunette, douze pieds. Donc $f_1' = 12 \times 313{,}5 = 3{,}8 \times 10^3$ mm, soit $f_1' = 3{,}8$ m.

b Le grossissement de la lunette est $G = 50$, donc $f_2' = \frac{f_1'}{G} = \frac{3{,}8}{50} = 7{,}5 \times 10^{-2}$ m.

La distance focale de l'oculaire (7,5 cm) étant très petite devant celle de l'objectif (3,8 m), on peut la négliger et faire l'approximation que la longueur totale de la lunette est égale à la distance focale de son objectif.

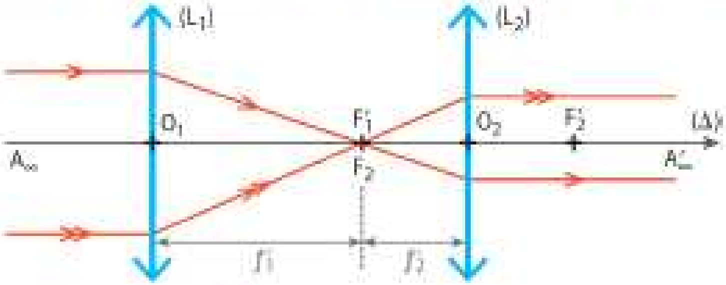
c Le diamètre apparent de l'objet AB défini par l'énoncé est α vérifiant $\tan\alpha = \frac{r_T}{d} = 8{,}6 \times 10^{-4}$. On en déduit $\alpha = 4{,}9 \times 10^{-2}$°, soit $\alpha = 2{,}9'$.



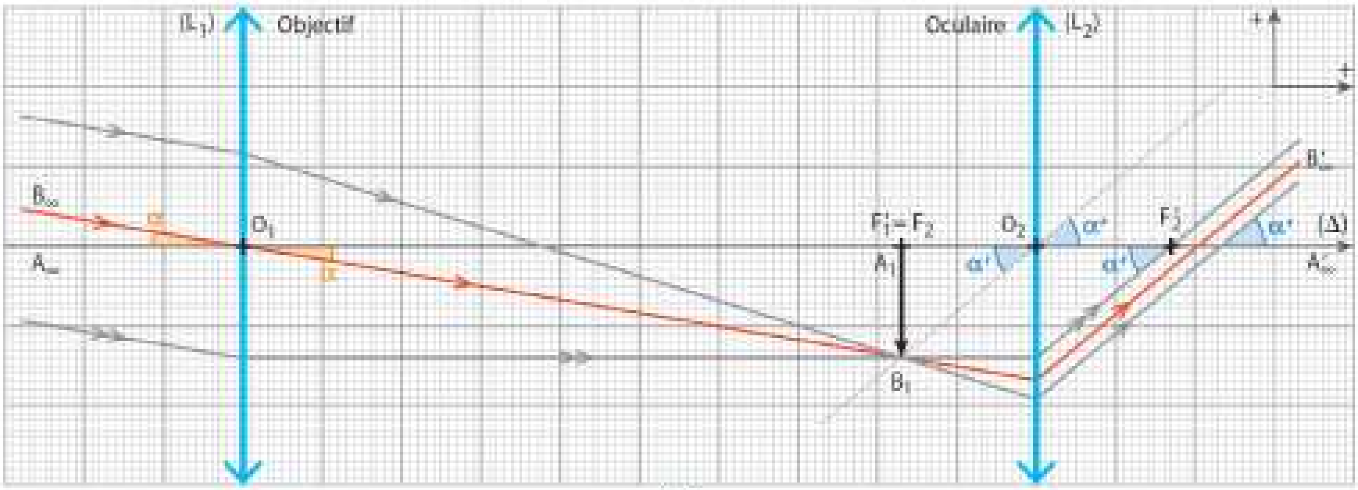
C'est bien conforme à l'affirmation d'Huygens : « environ trois minutes ».

30 1.1. Cette lunette est afocale vu que le foyer image de l'objectif est confondu avec le foyer objet de l'oculaire (puisque la distance entre les centres optiques est la somme des distances focales), donc l'image par la lunette d'un objet à l'infini est envoyée à l'infini.

1.2.



2.1.



2.2. D'après l'approximation des petits angles : $\alpha \approx \tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{f'_1}$

3.1. La lunette étant afocale, l'image A'B' est à l'infini car l'image intermédiaire est dans le plan focal objet de l'oculaire.
3.2. Voir schéma.

4.1. D'après l'approximation des petits angles : $\alpha' \approx \tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{f'_2}$

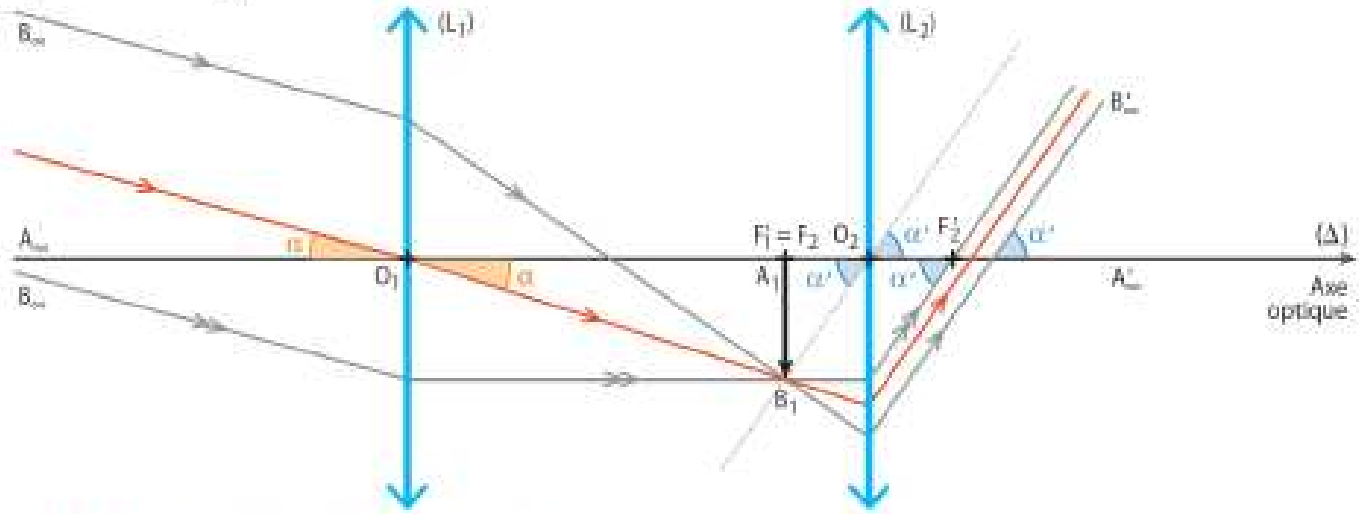
4.2. Par définition : $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$

On en déduit : $G = \dfrac{\dfrac{A_1B_1}{f'_2}}{\dfrac{A_1B_1}{f'_1}} = \dfrac{f'_1}{f'_2} = \dfrac{6,80}{4,0 \times 10^{-2}} = 1,7 \times 10^2$

5.1. Le diamètre apparent de la nébuleuse à l'œil nu est $\alpha = \dfrac{D}{L} = \dfrac{1,3}{2\,600} = 5,0 \times 10^{-4}$ rad, supérieur à la limite de résolution de l'œil, donc on devrait pouvoir la voir à l'œil nu.
5.2. Si la nébuleuse M57 n'est pas observable à l'œil nu, c'est peut-être parce que l'œil n'en reçoit pas assez de lumière pour qu'elle soit distinguée parmi les autres objets lumineux du ciel. La lunette collecte plus de lumière que l'œil vu que le diamètre de l'objectif est plus grand que celui de l'œil. C'est l'intérêt d'avoir des objectifs très grands : collecter plus de lumière pour avoir des images plus lumineuses.
5.3. Le diamètre apparent de cette nébuleuse vue à travers la lunette de l'observatoire de Harvard est :
$\alpha' = G\alpha = 1,7 \times 10^2 \times 5,0 \times 10^{-4} = 8,5 \times 10^{-2}$ rad

31 A.1.1. L'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB est formée dans le plan focal image de l'objectif, à la distance f'_1 de celui-ci.

1.2.



1.3. La taille de A_1B_1 est $A_1B_1 = f'_1\alpha = 8{,}40$ mm.

2.1. A_1B_1 doit être dans le plan focal objet de l'oculaire pour que l'image A'B' soit rejetée à l'infini.

2.2. Le foyer objet F_2 de l'oculaire doit donc être confondu avec le au foyer image F'_1 de l'objectif pour que la lunette soit afocale.

3. Voir schéma.

4. Le diamètre apparent image α' est l'angle sous lequel on voit l'objet à travers la lunette.
Voir schéma.

Il vaut $\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{f'_2} = 0{,}42$ rad.

5. Le grossissement de cette lunette est donc : $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = 45$.

B.1. $\overline{O_2A'} = \overline{O_2F'_2} + \overline{F'_2A'} = 30 + 2{,}0 = 32$ cm

2. D'après la relation de conjugaison : $-\dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} + \dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{f'_2}$ d'où $\dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{f'_2}$

Puis $\overline{O_2A_1} = \dfrac{1}{\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{f'_2}} = \dfrac{1}{\frac{1}{32} - \frac{1}{2{,}0}} = -2{,}1$ cm

On a éloigné l'oculaire de l'objectif pour observer l'image du Soleil sur l'écran puisqu'avant cette opération, on avait $\overline{O_2A_1} = -f'_2 = -2{,}0$ cm.

3. Par proportion, le diamètre de la tache solaire est : $d = \dfrac{d'D}{D'} = 6 \times 10^4$ km