CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2 :** 6 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

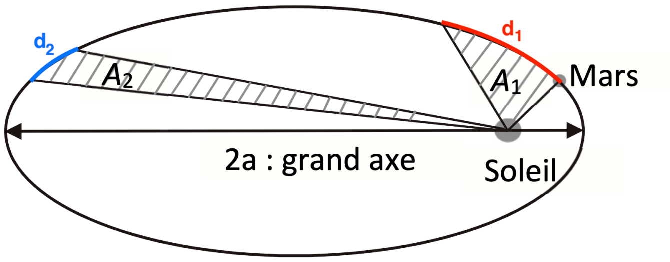
EXERCICE 2 Mars vue sous l'œil de Kepler

1. Étude et utilisation des lois de Kepler

Q1.

1ere loi de Kepler : Loi des orbites. Le centre de chaque planète décrit une trajectoire elliptique dont le soleil S est l'un des foyers.

2eme loi de Kepler : Loi des aires. Le segment soleil planète balaie des aires égales au cours de durées égales.



$A_1 = A_2$

or $d_1 > d_2$

Or les durées sont égales $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$

D'ou

$\frac{d_1}{\Delta t} > \frac{d_2}{\Delta t}$

$v_1 > v_2$

Ainsi, le mouvement de Mars dans le référentiel héliocentrique n'est pas uniforme

Q2.

D'après le programme : # Définition des constantes : 1 année, notée an (en secondes)

$1 \text{ an} = 365{,}25 \times 24 \times 60 \times 60 = 3{,}15576 \times 10^7$ s

Ainsi :

an =3.15576*10**7

Q3.

La finalité des lignes 16 et 17 est de représenter T^2 en fonction de a^3 et ainsi démontrer la 3eme loi de Kepler.

Unités :

acube = am**3

Or am = a*au

Ainsi :

$\text{acube} = \text{am}^3 = (\text{a} \times \text{au})^3$

$[\text{acube}] = ([\text{a}] \times [\text{au}])^3$

$[\text{acube}] = (1 \times \text{m})^3$

$[\text{acube}] = \text{m}^3$

Tcarre = Ts**2

$Ts = T*an$

Ainsi :

$Tcarre \ = \ Ts^2 = \ (T \times an)^2$

$[Tcarre\ ] = \ \ ([T] \times [an])^3$

$[Tcarre\ ] = \ \ (1 \times s)^2$

$[Tcarre\ ] = \ \ s^2$

Q4.

La figure 3 montre une droite passant par l'origine :

T^2 et a^3 sont proportionnel

$T^2 \ = K \times a^3$

$$\frac{T^2}{a^3} = K$$

La 3eme loi de Kepler est vérifiée.

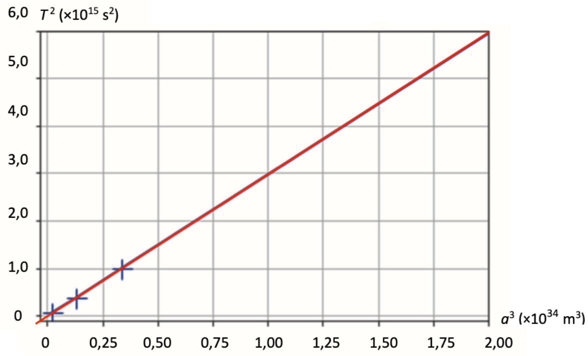


Figure 3. Modélisation graphique de la 3ème loi de Kepler

Q5.

Méthode 1 :

Calculons le coefficient directeur

$$K = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$K = \frac{6{,}0 \times 10^{15} - 0}{2{,}00 \times 10^{34} - 0}$$

$$K = 3{,}0 \times 10^{-19}\ s^2 m^{-3}$$

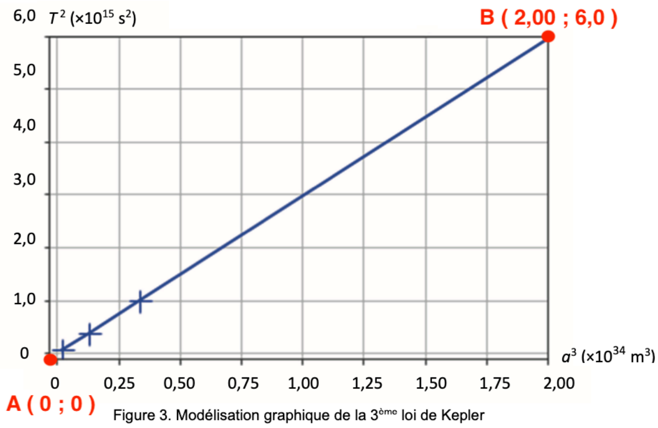


Figure 3. Modélisation graphique de la 3ème loi de Kepler

$$\frac{T_{Mars}^2}{a_{Mars}^3} = K$$

$$T_{Mars}^2 = K \times a_{Mars}^3$$

$$K \times a_{Mars}^3 = T_{Mars}^2$$

$$a_{Mars}^3 = \frac{T_{Mars}^2}{K}$$

$$a_{Mars} = \sqrt[3]{\frac{T_{Mars}^2}{K}}$$

$$a_{Mars} = \sqrt[3]{\frac{(687 \times \ 24 \ \times 60 \times 60)^2}{3{,}0 \times 10^{-19}}}$$

$$a_{Mars} = 2{,}27 \times 10^{11}\ m$$

Méthode 2 :

$T_{Mars} = 687 \text{ jours } \ = 687 \times \ 24 \ \times 60 \times 60 \ = 5{,}94 \times 10^7\ s$

$T_{Mars}^2 = (5{,}94 \times 10^7)\ ^2$

$T_{Mars}^2 = 3{,}53 \times 10^{15}\ s^2$

Graphiquement :

$a^3_{Mars} = 1{,}20 \times 10^{34}\ m^3$
$a_{Mars} = \sqrt[3]{1{,}20 \times 10^{34}}$
$a_{Mars} = 2{,}29 \times 10^{11}\ m$

$a_{Terre} < a_{Mars} < a_{Jupiter}$

	Mercure	Vénus	Terre	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
T (en s)	$7{,}6\times10^{6}$	$1{,}9\times10^{7}$	$3{,}2\times10^{7}$	$3{,}7\times10^{8}$	$9{,}3\times10^{8}$	$2{,}6\times10^{9}$	$5{,}2\times10^{9}$
a (en m)	$5{,}7\times10^{10}$	$1{,}1\times10^{11}$	$1{,}5\times10^{11}$	$7{,}8\times10^{11}$	$1{,}4\times10^{12}$	$2{,}9\times10^{12}$	$4{,}5\times10^{12}$
	1	2	3				

Tableau 1. Périodes de révolution et demi-grands axes des trajectoires des planètes (*d'après https://cnes.fr)*

Le demi-grand axe de l'orbite de Mars est supérieur à celui de la 3eme planète.
Ainsi elle correspond à la quatrième planète du système solaire en partant du Soleil.

2. Observer Mars à l'aide d'une lunette astronomique

Q6.

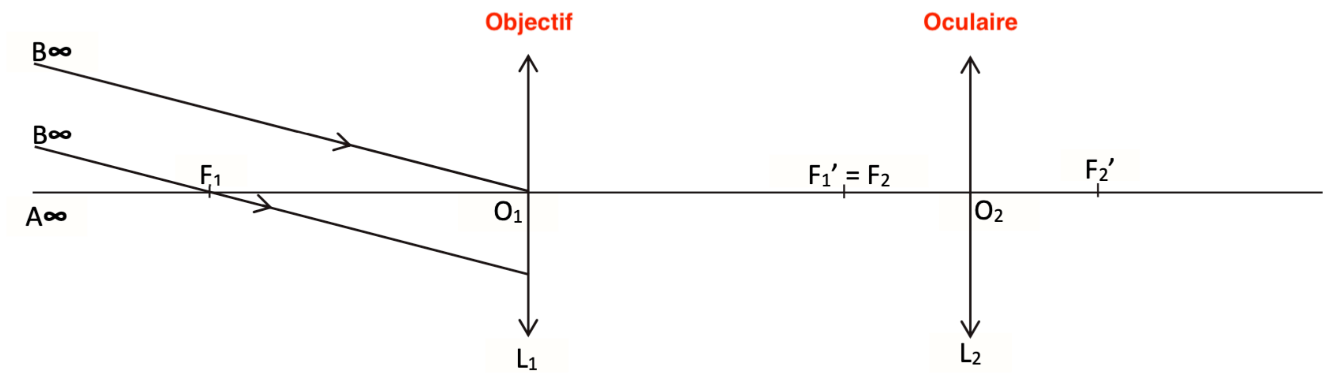


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

L_1 : l'objectif car c'est une lentille convergente possédant une grande distance focale. C'est la lentille placée vers l'objet.

L_2 : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.

Q7.

Le rayon issu de B_∞, passant par O_1 n'est pas dévié.

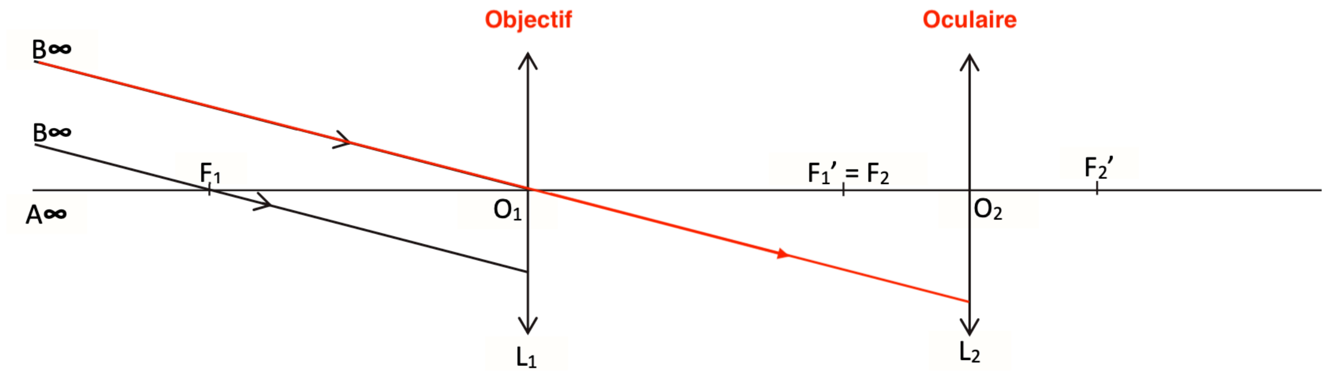


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

Le rayon issu de B_∞, passant par F_1 est dévié parallèlement à l'axe optique.

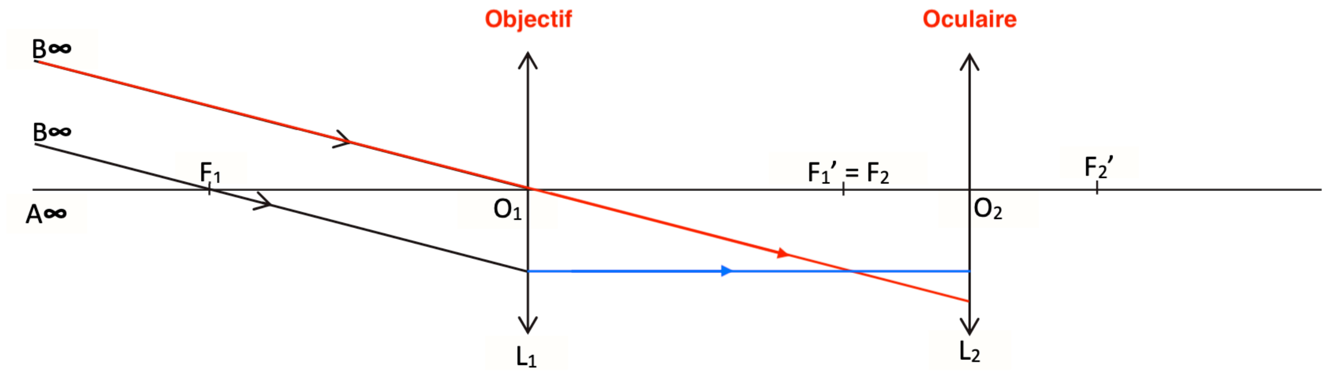


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

Le point B_1 est défini par l'intersection de ces rayons.

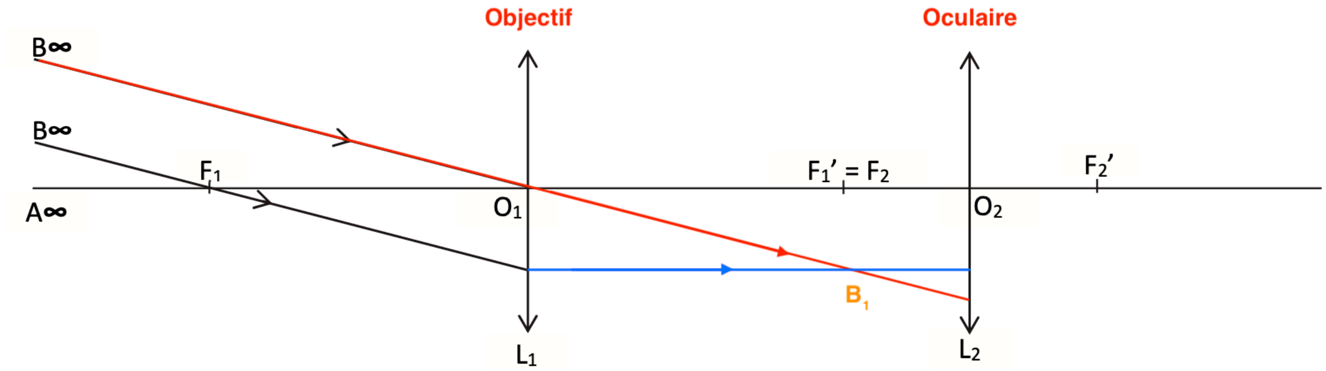


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

Le point A_1 est sur l'axe optique.

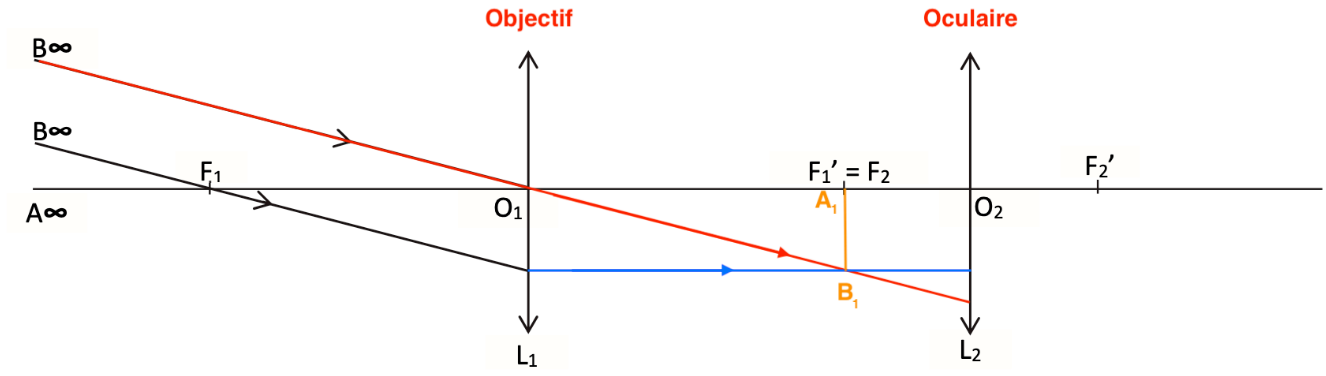


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

On obtient une image intermédiaire A_1B_1 sur le plan focal.

Un rayon issu de B_1 passant par O_2 n'est pas dévié.

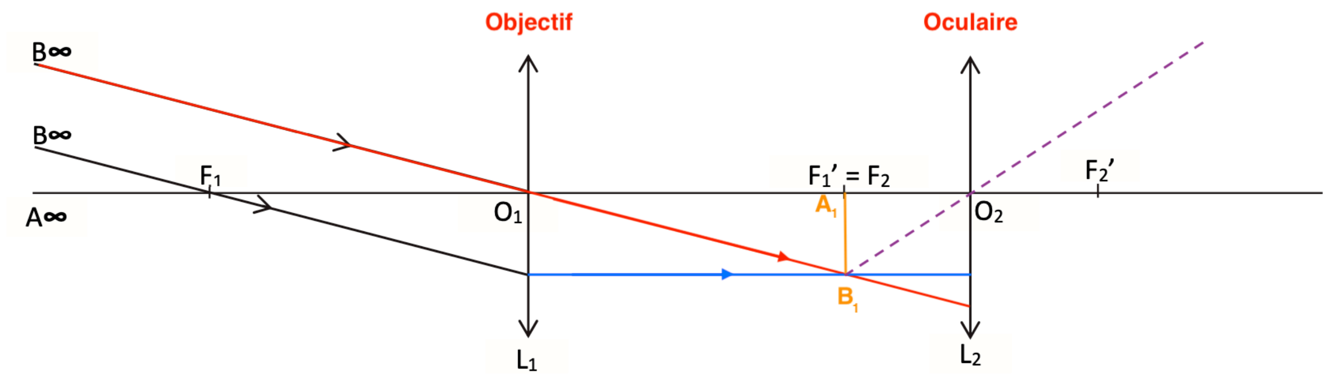


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

A_1B_1 étant sur le plan focal, il donnera une image à l'infini, tous les rayons issus de B_1, passant par la lentille L_2 seront parallèles.

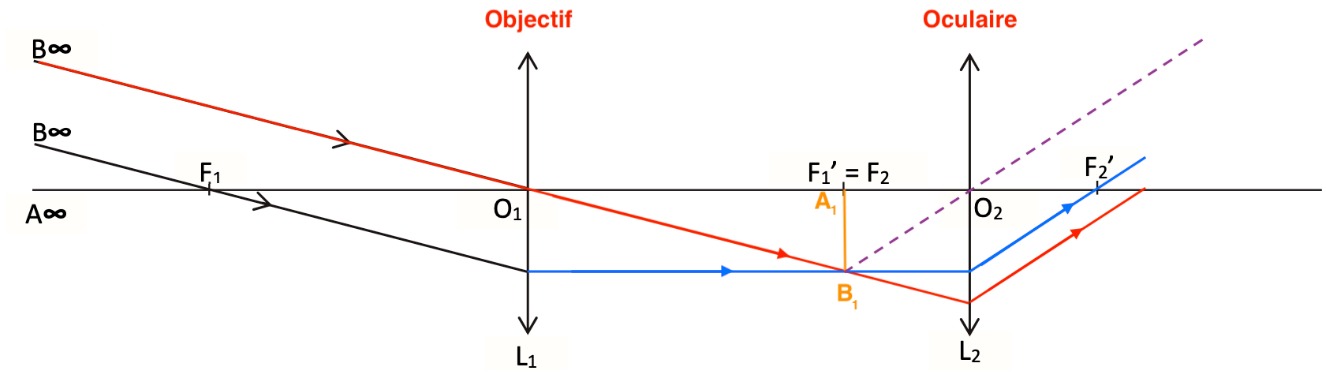


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

Q8.

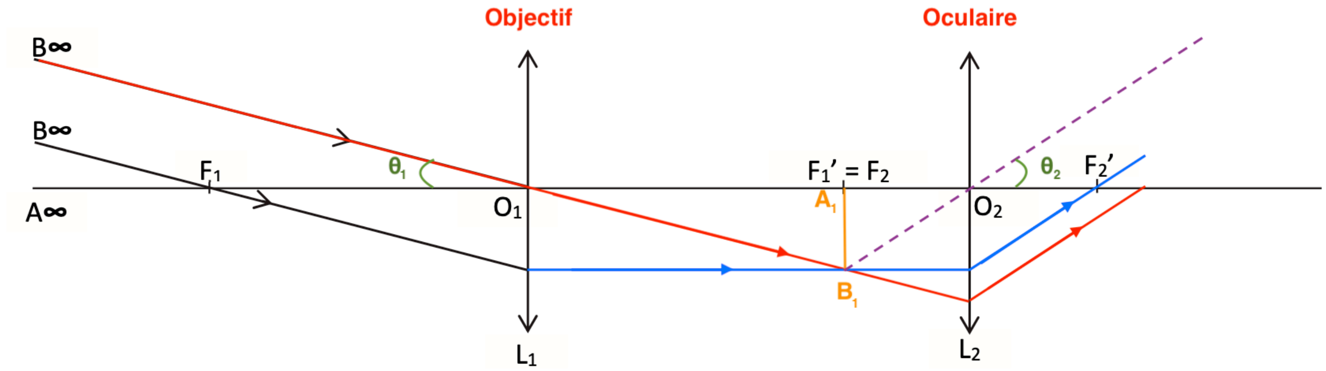


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

Q9.

Le grossissement G est défini par :

$$G = \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

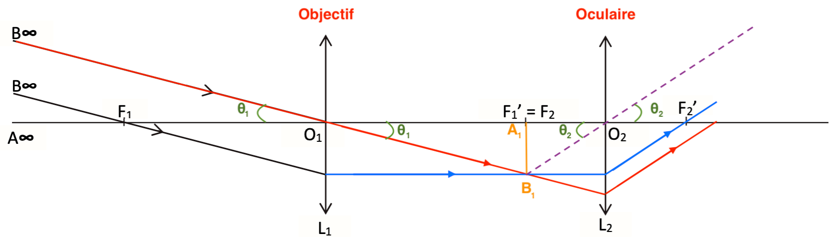


Figure A1 – Modèle de la lunette astronomique

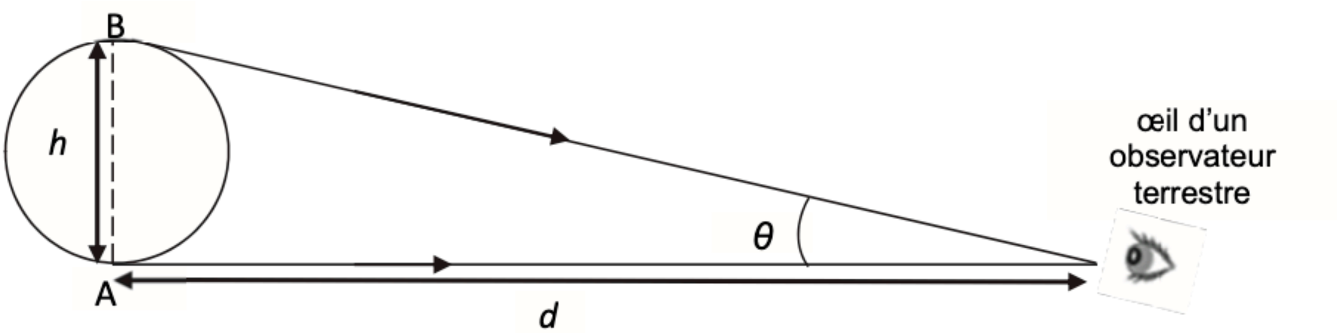
$$\tan(\theta_1) \approx \theta_1 = \frac{A_1B_1}{f'_{obj}}$$

$$\tan(\theta_2) \approx \theta_2 = \frac{A_1B_1}{f'_{ocu}}$$

$$G = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\frac{A_1B_1}{f'_{ocu}}}{\frac{A_1B_1}{f'_{obj}}} = \frac{A_1B_1}{f'_{ocu}} \times \frac{f'_{obj}}{A_1B_1} = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}}$$

Q10.

Calculons l'angle θ_1 sous lequel un observateur voit un Mars à l'œil nu :



$$\tan(\theta_1) = \theta_1 = \frac{h}{d}$$

$$\theta_1 = \frac{6794}{62{,}07 \times 10^6}$$

$$\theta_1 = 1{,}095 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

Calculons l'angle θ_2

$$G = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}}$$

Soit

$$\theta_2 = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} \times \theta_1$$

Calculons l'angle θ_2 avec les différents oculaires :

Oculaire 10 mm	$\theta_2 = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} \times \theta_1 = \frac{900}{10} \times 1{,}095 \times 10^{-4} = 9{,}9 \times 10^{-3}$ rad
Oculaire 25 mm	$\theta_2 = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} \times \theta_1 = \frac{900}{25} \times 1{,}095 \times 10^{-4} = 3{,}9 \times 10^{-3}$ rad
Oculaire 40 mm	$\theta_2 = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} \times \theta_1 = \frac{900}{40} \times 1{,}095 \times 10^{-4} = 2{,}5 \times 10^{-3}$ rad

On recherche parmi les oculaires fournis, celui qui permet à un observateur de voir Mars au moins aussi grosse que la Lune vue à l'œil nu.

Or l'angle sous lequel est vue la Lune est de $9{,}0 \times 10^{-3}$ rad.
Ainsi, on choisit l'oculaire 10 mm qui permet d'obtenir un angle d'observation supérieur à celui de la lune.