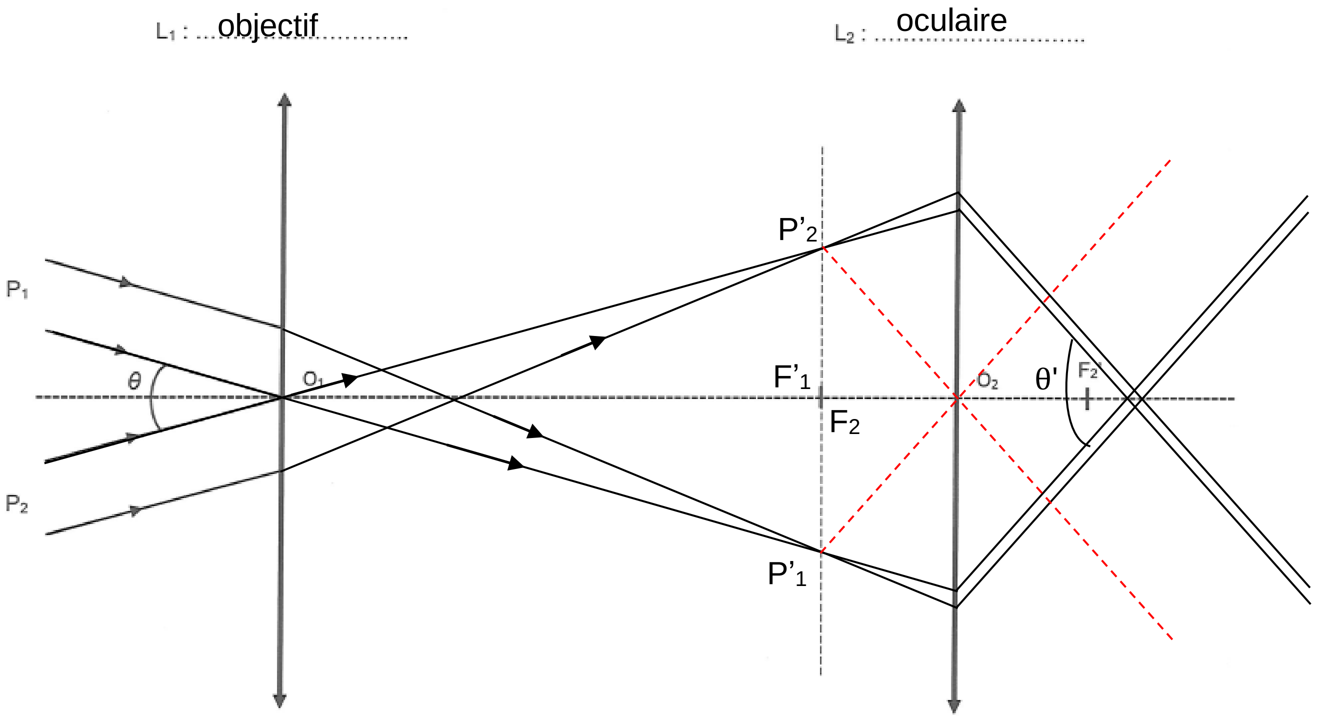
1. Observation de Mars avec une lunette astronomique

Q1. La lentille L_1 est tournée vers l'objet observé : il s'agit de l'**objectif**.

La lentille L_2 est du côté de l'œil de l'observateur : il s'agit de l'**oculaire**.



Q2. Une lunette astronomique est afocale si elle forme l'image à l'infini d'un objet situé à l'infini
Pour qu'une lunette astronomique soit afocale, le foyer objet F_2 de la lentille L_2 doit être confondu avec le foyer image F'_1 de la lentille L_1. Le foyer image F'_2 est le symétrique de F_2 par rapport à la lentille L_2.

Q3. Justification non demandée : Les rayons incidents passant par O_1 ne sont pas déviés.
Le point image intermédiaire $P'_{(1ou2)}$ est situé à l'intersection de ce rayon avec le plan focal image de L_1.

Pour tracer les rayons émergeants de L_2, on crée un rayon issu de P'_1 passant par O_2 sans être dévié. Comme P'_1 est dans le plan focal objet de L_2 alors tous les rayons issus de P'_1 émergent parallèlement entre eux, donc parallèlement au rayon créé. Le point image définitive est alors rejeté à l'infini.

Q4. $G_{\text{lunette}} = \dfrac{f'_1}{f'_2}$

$G_{\text{lunette}} = \dfrac{900 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 45$

Q5. D'après les données, l'œil humain peut différencier deux points (P_1 et P_2) si l'angle sous lequel on les observe est supérieur à $\varepsilon = 2{,}9\times10^{-4}$ rad.
Ici l'angle $\theta = 4{,}9\times10^{-5}$ rad < ε donc l'œil ne peut pas distinguer P_1 et P_2, Mars est vue comme un unique point lumineux.

Q6. Par définition du grossissement de la lunette : $G = \dfrac{\theta'}{\theta}$. Ainsi $\theta' = G.\theta$.

$\theta' = 45\times4{,}9\times10^{-5} = 2{,}2\times10^{-3}$ rad > ε donc l'œil peut distinguer P_1 et P_2, Mars est vue comme un disque et non plus comme un point unique.

2. Détermination du diamètre de Mars

Q7. Pour le point A, on lit $\theta_A = 1{,}18\times10^{-4}$ rad.
Pour le point B, on lit $\theta_B = 1{,}7\times10^{-5}$ rad.
D'après la figure 2, on voit que $\theta_1 > \theta_2$, on en déduit que $\theta_A = \theta_1 = 1{,}18\times10^{-4}$ rad et $\theta_B = \theta_2 = 1{,}7\times10^{-5}$ rad.

Q8. Dans les données, on nous indique que $\theta = \dfrac{d_M}{D}$ donc $D = \dfrac{d_M}{\theta}$.

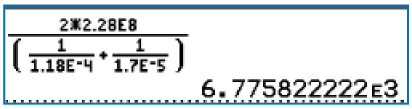
D'autre part la figure 2 montre que $D_1 + D_2 = 2\,r_{SM}$

$$\frac{d_M}{\theta_1} + \frac{d_M}{\theta_2} = 2r_{SM}$$

$$d_M.\left(\frac{1}{\theta_1} + \frac{1}{\theta_2}\right) = 2r_{SM}$$

$$d_M = \frac{2r_{SM}}{\left(\dfrac{1}{\theta_1} + \dfrac{1}{\theta_2}\right)}$$

Q9. $d_M = \dfrac{2\times 2{,}28\times10^{8}}{\left(\dfrac{1}{1{,}18\times10^{-4}} + \dfrac{1}{1{,}7\times10^{-5}}\right)}$ = $6{,}8\times10^3$ km



Cela est en accord avec le diamètre moyen de référence de la planète Mars : $d_{Ref} = 6{,}78\times10^3$ km fourni dans les données.

3. Détermination de la masse de Mars

Q10. Système : {Phobos} de masse M Référentiel : marsocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par Mars $\overrightarrow{F_{M/P}}$

Deuxième loi de Newton : $\overrightarrow{F_{M/P}} = M.\vec{a}$

$\dfrac{G.M.M_M}{{r_{MP}}^2}.\vec{n} = M.\vec{a}$ avec $\vec{n}$ vecteur radial et centripète.

$$\vec{a} = \frac{G.M_M}{{r_{MP}}^2}.\vec{n}$$

Dans le repère de Frenet, pour un mouvement circulaire et uniforme $\vec{a} = \dfrac{v^2}{r_{MP}}.\vec{n}$

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que $\dfrac{v^2}{r_{MP}} = \dfrac{G.M_M}{{r_{MP}}^2}$.

$v^2 = \dfrac{G.M_M}{r_{MP}}$ et finalement $v = \sqrt{\dfrac{G.M_M}{r_{MP}}}$.

Q11. Phobos parcourt son orbite de périmètre $2\pi r_{MP}$ en une période T donc $v = \dfrac{2\pi.r_{MP}}{T}$.

On égale les deux expressions de la vitesse : $\sqrt{\dfrac{G.M_M}{r_{MP}}} = \dfrac{2\pi.r_{MP}}{T}$

On élève au carré, $\dfrac{G.M_M}{r_{MP}} = \dfrac{4\pi^2.r_{MP}^2}{T^2}$ donc $M_M = \dfrac{4\pi^2.r_{MP}^3}{T^2.G}$

$M_M = \dfrac{4\pi^2\times\left(9{,}38\times10^3\times10^3\right)^3}{(7\times60\times60+39\times60)^2\times6{,}67\times10^{-11}}$ = $6{,}44\times10^{23}$ kg

La masse de la Terre est M_T = 5,97×10^{24} kg, donc $\frac{M_T}{M_M} = \frac{5,97 \times 10^{24}}{6,44 \times 10^{23}}$ = 9,27.

La masse de Mars est 9,27 fois moins grande que celle de la Terre, or l'énoncé indiquait environ 10 fois moins grande. Notre résultat semble convenable, puisque le sujet donne une valeur approximative (« environ »)

Si vous avez trouvé une erreur, merci de nous la signaler par email : labolycee@labolycee.org