Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2023 Métropole septembre Jour 2 Correction © https://labolycee.org

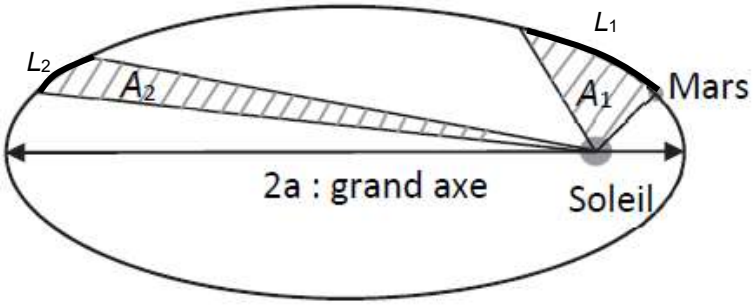
EXERCICE 3 - MARS VUE SOUS L'OEIL DE KEPLER (6 points)

1. Étude et utilisation des lois de Kepler

Q1. Énoncer les deux premières lois de Kepler. En exploitant la deuxième loi et le schéma de la figure 1, justifier que le mouvement de Mars dans le référentiel héliocentrique n'est pas uniforme.

(0,5pt) 1ère loi de Kepler : dans le référentiel héliocentrique, l'orbite de chaque planète est une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers.

(0,5pt) 2ème loi de Kepler : dans le référentiel héliocentrique, le rayon vecteur Soleil–Planète balaye des aires égales pendant des durées égales.



Pendant même durée Δt, Mars parcourt les arcs d'ellipse de longueur L_1 et L_2 telles que $L_1 > L_2$.

Donc : $\frac{L_1}{\Delta t} > \frac{L_2}{\Delta t}$ soit $v_1 > v_2$. La vitesse de Mars au voisinage du point le plus proche du Soleil (périhélie) est plus grande que sa vitesse au voisinage du point le plus éloigné (aphélie).

La vitesse de Mars sur son orbite n'est pas constante. Le mouvement de Mars n'est donc pas uniforme.

Q2. Recopier sur la copie la ligne 8 du programme et la compléter.

(0,25pt) 1 an = 365 j = 365×24 h = 365×24×3600 s.

Donc la ligne 8 du programme est : « an = 365*24*3600 ».

Q3. Proposer sur la copie un commentaire en précisant la finalité des lignes 16 et 17 du programme et les unités des grandeurs calculées.

(0,25pt) La ligne 16 du programme « acube = am**3 » calcule le cube du demi-grand axe exprimé en m^3.

En effet, le demi-grand axe am de l'ellipse est exprimé en mètre :

ligne 7 « au = 1.496*10**11 »

ligne 13 « am= a*au ».

Commentaire ligne 16 : # Calcul du demi-grand axe au cube en m^3.

La ligne 17 du programme « Tcarre = Ts**2 » calcule le carré de la période de révolution exprimé en s^2.

En effet, la période Ts est exprimée en seconde :

ligne 8 «an = 365*24*3600 »

ligne 14 « Ts = T*an »

Commentaire ligne 17 : # Calcul de la période de révolution au carré en s^2.

Q4. Commenter la figure 3 au regard des lois de Kepler.

(0,5pt) La courbe représentative de T^2 en fonction de a^3 est une droite qui passe par l'origine.

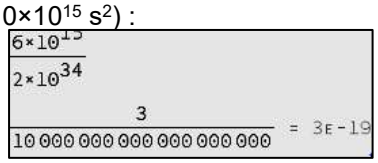
Ainsi T^2 est proportionnel à a^3 soit : $T^2 = k \times a^3$ avec k la pente de la droite.

La troisième loi de Kepler est vérifiée.

Q5. Déterminer la valeur du demi-grand axe de l'orbite de Mars, noté a_{Mars}, et justifier qu'elle correspond à la quatrième planète du système solaire en partant du Soleil.

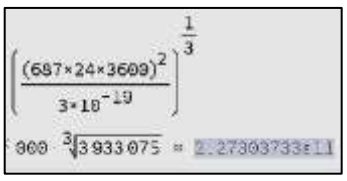
(0,75pt) Déterminons la valeur de k entre les points (0 m^3,0 s^2) et (2,00×10^{34} m^3,6,0×10^{15} s^2) :

$$k = \frac{(6{,}0\times10^{15} - 0)\ s^2}{(2{,}00\times10^{34} - 0)\ m^3} = 3{,}0\times10^{-19}\ s^2\cdot m^{-3}.$$



Pour la planète Mars : $T_{Mars}^2 = k \times a_{Mars}^3$

$$a_{Mars}^3 = \frac{T_{Mars}^2}{k} \quad \text{soit} \quad a_{Mars} = \left(\frac{T_{Mars}^2}{k}\right)^{\frac{1}{3}}$$



Avec T_{Mars} = 687 j = 687 × 24 × 60 × 60 s

$$a_{Mars} = \left(\frac{(687\times24\times3600)^2}{3{,}0\times10^{-19}}\right)^{\frac{1}{3}}\ m = 2{,}3\times10^{11}\ m.$$

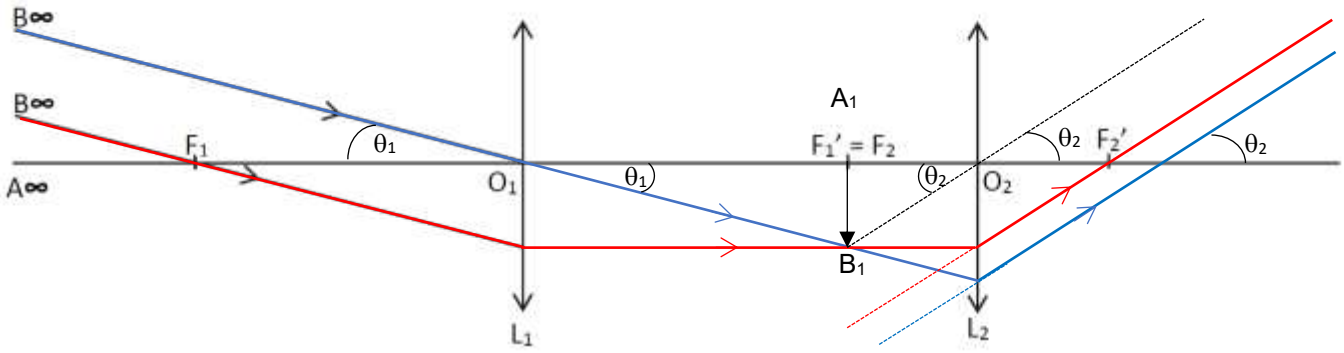
Valeur cohérente car comprise entre a_{Terre} = 1,5×10^{11} m et $a_{Jupiter}$ = 7,8×10^{11} m.

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

Q6. Sur la figure A_1 de l'ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE, on note L_1 et L_2 les deux lentilles minces convergentes. Préciser la lentille correspondant à l'objectif et celle correspondant à l'oculaire de la lunette.

(0,25pt) La lentille L_1 est la lentille la plus proche de l'objet à observer : **L_1 est l'objectif**.
La lentille L_2 est la lentille la plus proche de l'œil : **L_2 est l'oculaire**

Q7. Tracer sur la figure A_1 de l'ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE la marche des rayons lumineux provenant de B_∞ à travers la lentille L_1 et la lentille L_2 en faisant apparaitre l'image intermédiaire, notée A_1B_1, de l'objet $A_\infty B_\infty$ à travers la lentille L_1.



(1pt) *Justifications ci-dessous non demandées.*
Le rayon issu de B_∞ et passant par le foyer objet F_1, émerge de L_1 parallèlement à l'axe optique (en rouge). Il sort de L_2 en passant par le foyer image F'_2 de L_2.
Le rayon issu de B_∞ et passant par le centre optique O_1 de L_1 n'est pas dévié (en bleu). Il sort de L_2 parallèle au rayon précédent car l'image définitive est située à l'infini.
L'objet $A_\infty B_\infty$ étant situé à l'infini, son image A_1B_1 par L_1 est située dans le plan focal image de L_1 : A_1 est donc confondu avec $F'_1 = F_2$ et B_1 est l'intersection des deux rayons issus de B_∞.

Q8. Représenter les angles θ_1 (angle sous lequel est vu Mars à l'œil nu) et θ_2 (angle sous lequel est vu Mars à l'aide de la lunette) sur la figure A1 de l'ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE.
(0,5pt) Angles représentés sur l'annexe A_1.

Q9. On rappelle que le grossissement G de la lunette s'écrit : $G = \frac{\theta_2}{\theta_1}$. Établir que le grossissement s'exprime en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire notées respectivement f'_{obj} et f'_{ocu} : $G = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}}$.

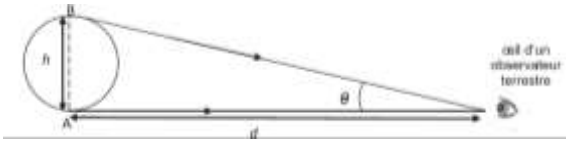
(0,5pt) Grossissement : $G = \frac{\theta_2}{\theta_1}$. Pour de petits angles exprimés en radian : $\tan\theta \approx \theta$.

Triangle $O_1A_1B_1$: $tan\theta_1 = \frac{A_1B_1}{O_1F'_1} = \frac{A_1B_1}{f'_{obj}} \approx \theta_1$; Triangle $O_2A_1B_1$: $tan\theta_2 = \frac{A_1B_1}{O_2F'_2} = \frac{A_1B_1}{f'_{ocu}} \approx \theta_2$

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

Q10. Dans la situation où Mars est au plus près de la Terre, déterminer parmi les oculaires fournis avec la lunette décrite au tableau 2, celui qui permet à un observateur de voir Mars au moins aussi grosse que la Lune vue à l'œil nu.
(1pt)

$G = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}}$ donc $f'_{ocu} = \frac{f'_{obj} \times \theta_1}{\theta_2}$ avec f'_{obj} = 900 mm.



Pour de petits angles en radian : tan $\theta \approx \theta = \frac{h}{D}$.

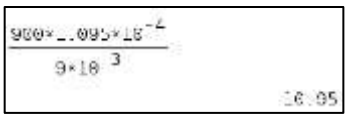
Angle sous lequel Mars est vue à l'œil nu : $\theta_M = \frac{h}{D} = \frac{6794 \text{ km}}{62{,}07 \times 10^6 \text{ km}}$ = **1,095×10⁻⁴ rad.**



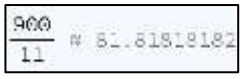
Angle sous lequel la Lune est vue à l'œil nu : θ_L = 9,0×10⁻³ rad.

L'observateur souhaite voir Mars à travers la lunette astronomique au moins aussi grosse que la Lune vue à l'œil nu donc :
$\theta_2 \geq \theta_L$ = 9,0×10⁻³ ×10⁻⁴ rad
$\theta_1 = \theta_M$ = 1,095×10⁻⁴ ×10⁻³ rad.

Dans le cas où $\theta_2 = \theta_L \Leftrightarrow f'_{ocu} = \frac{900 \text{ mm} \times 1{,}095 \times 10^{-4} \text{ rad}}{9{,}0 \times 10^{-3} \text{ rad}}$ = **11 mm**.



Le grossissement minimal correspondant est $G_{min} = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} = \frac{900}{11}$ = **82.**



Calculons les trois grossissements possibles pour les trois oculaires : $G = \frac{f'_{obj}}{f'_{ocu}} = \frac{900}{f'_{ocu}}$

f'_{ocu} (en mm)	10	25	40
G	90	36	22,5

Seul l'objectif de distance focale **10 mm** convient car G = 90 > G_{min} = 82.



Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.