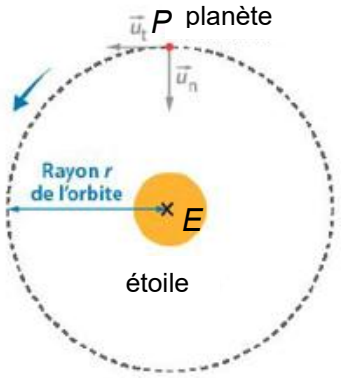
Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

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 + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2025 Métropole (Jour 1) **Correction © https://www.labolycee.org**
Sciences physiques pour les Sciences de l'ingénieur(e)
Exercice B – Le destin funeste de la planète Kepler-1658-b

Q1. Dans l'hypothèse d'un mouvement circulaire, schématiser la trajectoire de P autour de E sans souci d'échelle. Représenter le repère de Frenet associé à la planète en indiquant les vecteurs unitaires ($\vec{u_t}$, $\vec{u_n}$) constituant la base de ce repère.



Q2. Déterminer, à l'aide de la deuxième loi de Newton, l'expression vectorielle de l'accélération de P, $\vec{a_P}$, en fonction de *G*, m_E, *r* et de la base de Frenet.

Dans le **référentiel Keplerocentrique** considéré **galiléen**, le système *P* est uniquement soumis à la force d'interaction gravitationnelle exercée par l'étoile *E* : $\vec{F_{E/P}} = G \cdot \frac{m_P \cdot m_E}{r^2} . \vec{u_n}$

Appliquons la 2ème loi de Newton au système *P* : $\sum \vec{F_{ext}} = m_P \cdot \vec{a_P}$

Donc $G \cdot \frac{m_P \cdot m_E}{r^2} \cdot \vec{u_n} = m_P \cdot \vec{a_P} \Leftrightarrow \vec{a_P} = \frac{G \cdot m_E}{r^2} \cdot \vec{u_n}$

Q3. Dans cette hypothèse du mouvement circulaire, en déduire que le mouvement de P est uniforme et montrer que l'expression de la norme de son vecteur vitesse est : $v = \sqrt{\frac{G \cdot m_E}{r}}$

Dans le repère de Frenet $\vec{a_P} = \frac{v^2}{r} . \vec{u_n} + \frac{dv}{dt} . \vec{u_t}$

En égalant les deux expressions de $\vec{a}$, on obtient :

- selon $\vec{u_t}$: $0 = \frac{dv}{dt}$ donc ***v* = constante** : le mouvement circulaire est **uniforme** ;
- selon $\vec{u_n}$: $\frac{G \cdot m_E}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow v^2 = \frac{G \cdot m_E}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot m_E}{r}}$.

On note *T* la période de révolution de P autour de E.

Q4. Montrer que l'expression du rayon de l'orbite de la planète représentée par le point P vérifie la relation : $r^3 = \frac{G \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}$.

La vitesse de *P* étant constante, on peut écrire $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi \cdot r}{T}$ pour un tour complet.

Ainsi, $v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \sqrt{\frac{G \cdot m_E}{r}}$

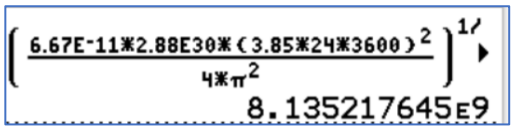
Élevons cette égalité au carré $\frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot m_E}{r}$

$4\pi^2 \cdot r^3 = G \cdot m_E \cdot T^2$

$\Leftrightarrow \quad r^3 = \frac{G \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}$

Q5. Déterminer la valeur de *r* et la comparer avec les données de l'article de Science & Vie.

Donc $r = \left(\frac{G \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2} \right)^{1/3}$



soit $r = \left(\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 2{,}88 \times 10^{30} \times (3{,}85 \times 24 \times 3600)^2}{4\pi^2} \right)^{1/3} = 8{,}14 \times 10^9 \text{m}$

$r = 8{,}14 \times 10^6$ km

Soit 8,14 millions de kilomètres, valeur plus élevée que les 7,25 millions de kilomètres de l'article. Mais l'ordre de grandeur est cependant le même.

Dans leur article paru en décembre 2022, une équipe d'astronomes a montré que la valeur de la période de révolution de la planète Kepler-1658b diminuait de 131 ms par année terrestre.

Q6. En admettant que cette diminution est invariante au cours du temps, vérifier qu'à chaque révolution, la période de révolution de la planète Kepler-1658b diminue de Δ*T* = 1,38 ms.

Par proportionnalité, 1 année terrestre = 365 j ⇔ 131 ms de diminution

1 révolution de 3,85 jours ⇔ ΔT

Donc $\Delta T = \frac{3{,}85 \text{ j} \times 131 \text{ ms}}{1 \times 365 \text{ j}} = 1{,}38 \text{ ms}$ de diminution par révolution. (CQFD)

Q7. Comparer cette diminution avec la période de révolution et justifier que la période *T* peut être considérée constante pour un faible nombre de révolutions.

Par comparaison, $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1{,}38 \text{ ms}}{3{,}85 \text{ j}} = \frac{1{,}38 \times 10^{-3} \text{s}}{3{,}85 \times 24 \times 3600 \text{ s}} = 4{,}15 \times 10^{-9} = 4{,}15 \times 10^{-7}\%$

La diminution ΔT est 4,15 milliards de fois plus faible que la valeur de T : elle est négligeable pour un « faible » nombre de révolutions.

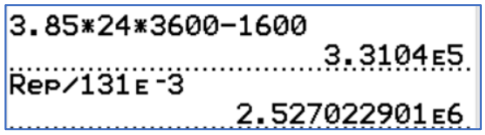
Q8. Déterminer qualitativement, à l'aide de l'expression donnée à la question Q4 qu'on supposera encore valide, si le rayon de l'orbite augmente ou diminue légèrement à chaque révolution.

Vu que $r^3 = \frac{G \cdot m_E \cdot T^2}{4\pi^2}$, quand *T* diminue, *r* diminue aussi car *T* est au numérateur.

Q9. Le calcul de la période de révolution de la planète juste avant l'impact prévoit une valeur beaucoup plus faible (1 600 s) que celle de 2023 indiquée dans les données. En considérant que la période diminue de 131 ms par année terrestre, confirmer la prévision « si elle se rapproche toujours au même rythme, elle entrera en collision avec celle-ci dans près de trois millions d'années ».

Le candidat est invité à prendre des initiatives, et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

La période doit passer de 3,85 jours à 1600 s soit une diminution de $(3{,}85\times 24\times 3600)-1600 = 331040$ s (valeur intermédiaire non arrondie).



Par proportionnalité, 1 année terrestre ⇔131 ms de diminution

X années terrestres ⇔ 331040 s

Donc $X = \dfrac{1\times 331040}{131\times 10^{-3}} = 2{,}53\times 10^{6}$ ans ce qui bien de l'ordre de « trois millions d'années ».

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à 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.