

Satellites et lois de Kepler

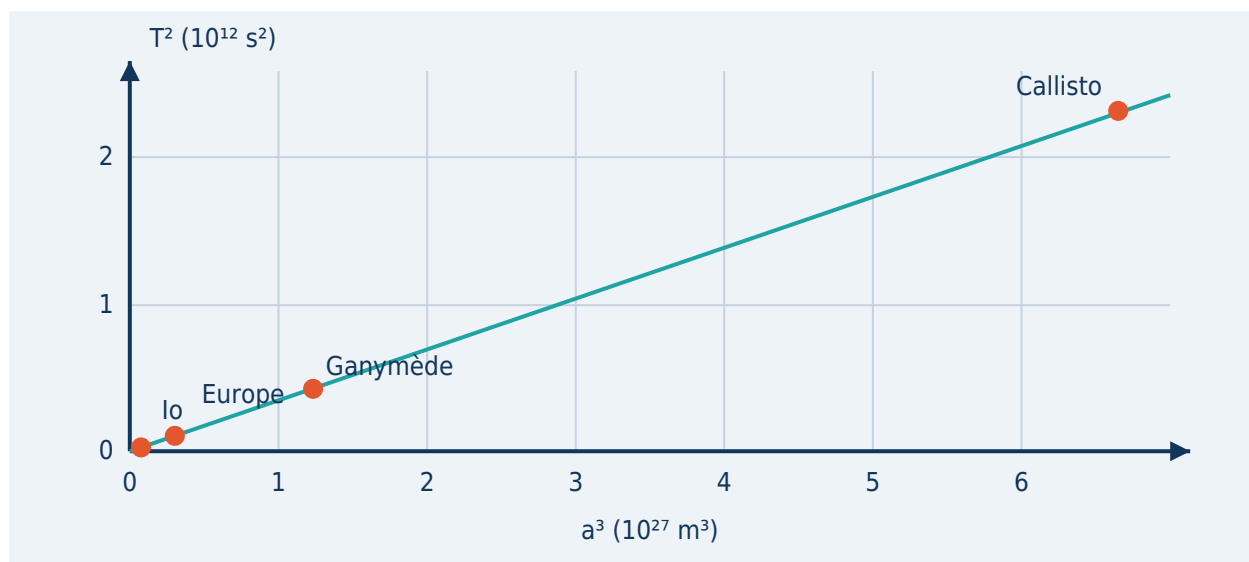
Corrigé du TP - niveau Terminale

Voici le corrigé du TP sur la troisième loi de Kepler : résultats types, réponses détaillées et compte rendu modèle. Tes lectures du chronogramme peuvent différer légèrement, ce qui modifie peu le résultat final.

Par ailleurs, ce corrigé de TP est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Résultats types : corrigé du TP sur les lois de Kepler

Satellite	a (R _J)	a (m)	T (jours)	T (s)	a ³ (m ³)	T ² (s ²)	T ² ÷ a ³ (s ² /m ³)
Io	5,9	$4,22 \times 10^8$	1,77	$1,529 \times 10^5$	$7,51 \times 10^{25}$	$2,34 \times 10^{10}$	$3,12 \times 10^{-16}$
Europe	9,4	$6,72 \times 10^8$	3,55	$3,067 \times 10^5$	$3,04 \times 10^{26}$	$9,41 \times 10^{10}$	$3,10 \times 10^{-16}$
Ganymède	15,0	$1,07 \times 10^9$	7,15	$6,178 \times 10^5$	$1,23 \times 10^{27}$	$3,82 \times 10^{11}$	$3,09 \times 10^{-16}$
Callisto	26,3	$1,88 \times 10^9$	16,69	$1,442 \times 10^6$	$6,65 \times 10^{27}$	$2,08 \times 10^{12}$	$3,13 \times 10^{-16}$



Courbe $T^2 = f(a^3)$ tracée à partir des mesures : les quatre points s'alignent sur une droite passant par l'origine, de coefficient directeur voisin de $3,1 \times 10^{-16} \text{ s}^2/\text{m}^3$.

Réponses aux questions

1. L'orbite de Io est vue presque par la tranche depuis la Terre : on observe la

projection du mouvement circulaire uniforme sur une droite. Cette projection oscille de part et d'autre de Jupiter entre $+a$ et $-a$, comme l'abscisse d'un point d'un cercle.

2. De plus, les maxima se situent à $t \approx 0,44 \text{ j}$, $2,21 \text{ j}$ et $3,98 \text{ j}$. Deux périodes séparent le premier du dernier : $T = (3,98 - 0,44) \div 2 = \mathbf{1,77 \text{ j}}$, avec une incertitude d'environ $\pm 0,05 \div 2 \approx \pm 0,03 \text{ j}$. Observer pendant plus de périodes réduit l'incertitude relative sur T .
3. L'amplitude maximale vaut environ **5,9 R_J** , soit $a = 5,9 \times 7,15 \times 10^7 = \mathbf{4,22 \times 10^8 \text{ m}}$.
4. Donc, les rapports valent 3,12 ; 3,10 ; 3,09 et $3,13 \times 10^{-16} \text{ s}^2/\text{m}^3$: ils sont **pratiquement égaux** (écart inférieur à 1,5 %). Cela confirme la **troisième loi de Kepler** : $T^2 \div a^3$ est constant pour les satellites d'un même astre.
5. $T^2 \div a^3 = 4\pi^2 \div (G M)$ donne **$M = 4\pi^2 a^3 \div (G T^2) = 4\pi^2 \div (G k)$** . Avec $k = 3,11 \times 10^{-16} \text{ s}^2/\text{m}^3$ (coefficient directeur, ou moyenne des rapports) : $M = 39,48 \div (6,67 \times 10^{-11} \times 3,11 \times 10^{-16}) = \mathbf{1,90 \times 10^{27} \text{ kg}}$.
6. L'écart avec la valeur de référence est inférieur à 1 % (écart relatif $\approx 0,3 \%$). Sources d'erreur : la lecture des instants des maxima du chronogramme ($\pm 0,05 \text{ j}$) et la précision sur le rayon d'orbite lu à $\pm 0,1 R_J$; l'approximation d'une orbite circulaire et le rayon de Jupiter utilisé.
7. Enfin, la masse de Io **n'intervient pas** dans la troisième loi (elle se simplifie dans la deuxième loi de Newton) ; il faudrait observer un corps en orbite autour d'Io pour la déterminer.

Conclusion et compte rendu modèle

Ensuite, nous avons étudié le mouvement des quatre principaux satellites de Jupiter. À partir du chronogramme de l'élongation d'Io, nous avons mesuré une période $T = 1,77 \text{ jour}$ et un rayon d'orbite $a = 5,9 R_J = 4,22 \times 10^8 \text{ m}$. Puis en ajoutant les données d'Europe, de Ganymède et de Callisto, nous avons calculé le rapport $T^2 \div a^3$: il vaut environ $3,1 \times 10^{-16} \text{ s}^2/\text{m}^3$ pour les quatre satellites, ce qui vérifie la troisième loi de Kepler. De plus, le graphique de T^2 en fonction de a^3 est une droite passant par l'origine.

Puis, la relation $T^2 \div a^3 = 4\pi^2 \div (G M)$, déduite de la deuxième loi de Newton, permet d'exprimer la masse de Jupiter et donne $M \approx 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$, soit environ 318 fois la masse de la Terre. Ensuite, cette valeur est en accord, à moins de 1 %, avec la valeur de référence. Par ailleurs, la précision est limitée par la lecture du chronogramme et par l'hypothèse d'orbites circulaires.

Erreurs fréquentes en TP

- Oublier de convertir les jours en secondes et les rayons joviens en mètres avant d'appliquer la formule.
- Mesurer la période entre un maximum et un minimum au lieu de deux maxima successifs.
- Confondre $T^2 \div a^3$ avec $T \div a$ et oublier les puissances.
- Lire le coefficient directeur sur deux points trop proches de l'origine : prendre le point le plus éloigné.

- Ne pas écrire les unités dans le tableau et sur les axes.

Retour au TP

Tout le chapitre « Satellites et lois de Kepler » en terminale

- Le cours : Satellites et lois de Kepler
- Les exercices : Satellites et lois de Kepler
- Le corrigé des exercices : Satellites et lois de Kepler
- Le TP : Satellites et lois de Kepler
- Le QCM : Satellites et lois de Kepler
- Le contrôle : Satellites et lois de Kepler
- Le corrigé du contrôle : Satellites et lois de Kepler

Chapitre précédent : Mouvement dans un champ uniforme (corrigé du TP)

Chapitre suivant : Fluides au repos et poussée d'Archimède (corrigé du TP)

Retrouve aussi tous les corrigés du TP en terminale et le programme complet de sciences physiques en terminale.