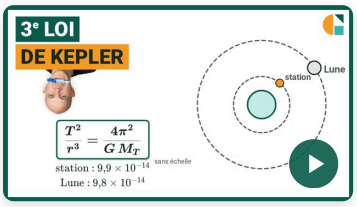
Établir la troisième loi de Kepler

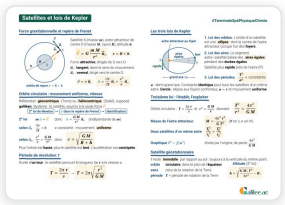
Satellites et lois de Kepler • Compétence 5 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T12-5



La fiche de cours

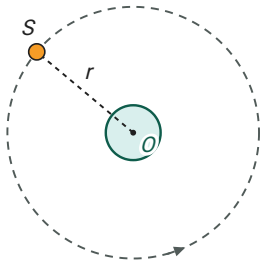
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/satellites-lois-de-kepler

Exercice 1

Établir la loi

Un satellite décrit une orbite circulaire de rayon r autour de la Terre, de masse M. Sa période de révolution est $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{r^3}{G\,M}}$.



1) Exprimer T^2.

2) En déduire l'expression du rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$.

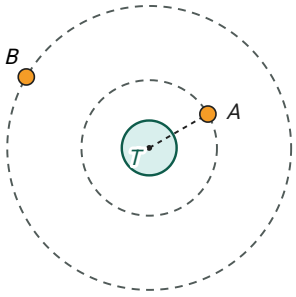
3) Exprimer la masse M en fonction de G, r et T.

4) De quoi le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ dépend-il ? Énoncer la troisième loi de Kepler.

Exercice 2

Deux satellites, un même rapport

Deux satellites de la Terre ont des orbites circulaires. Le satellite A a une orbite de rayon $r_A = 7{,}20 \times 10^6$ m et une période $T_A = 6{,}08 \times 10^3$ s. Le satellite B a une orbite de rayon $r_B = 4{,}22 \times 10^7$ m et une période $T_B = 8{,}62 \times 10^4$ s.



1) Calculer le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ pour le satellite A.

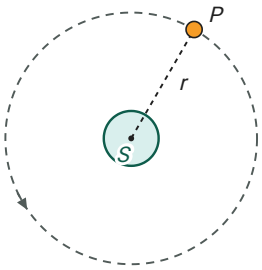
2) Calculer le même rapport pour le satellite B.

3) Comparer ces deux rapports.

4) Quelle loi ce résultat illustre-t-il ?

Exercice 3 La Terre autour du Soleil

L'orbite de la Terre autour du Soleil est assimilée à un cercle de rayon $r = 1{,}50 \times 10^{11}\ \text{m}$. Sa période de révolution vaut $T = 365\ \text{jours}$. Données : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; un jour dure 86 400 s ; $\dfrac{T^2}{r^3} = \dfrac{4\pi^2}{G\,M_S}$.



1) Convertir la période en secondes.

2) Calculer le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$, avec 3 chiffres significatifs.

3) En déduire la masse M_S du Soleil.

4) Pour un satellite de la Terre, le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ aurait-il la même valeur ? Justifier.

Établir la troisième loi de Kepler

Satellites et lois de Kepler • Compétence 5 • Terminale spécialité physique-chimie

Exercice 1 Établir la loi

1) On élève les deux membres au carré. Le carré de 2π est $4\pi^2$, et le carré de la racine supprime la racine :

$$\boxed{T^2 = 4\pi^2 \, \frac{r^3}{G\,M}}$$

2) On divise les deux membres par r^3 :

$$\boxed{\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G\,M}}$$

3) On isole M dans l'expression de T^2 : on multiplie par M, puis on divise par T^2.

$$\boxed{M = \frac{4\pi^2\, r^3}{G\,T^2}}$$

4) Dans $\dfrac{4\pi^2}{G\,M}$, tout est constant sauf la masse M de l'astre central : le rapport est le même pour tous les objets en orbite autour de cet astre. Le carré de la période est proportionnel au cube du rayon : c'est la troisième loi de Kepler.

$$\boxed{\text{seulement de la masse de l'astre central}}$$

Exercice 2 Deux satellites, un même rapport

1) On élève la période au carré et le rayon au cube :

$$\boxed{\frac{T_A^2}{r_A^3} = \frac{(6{,}08\times10^{3})^2}{(7{,}20\times10^{6})^3} \approx 9{,}90\times10^{-14}\ \mathrm{s^2\cdot m^{-3}}}$$

2) Même calcul pour B :

$$\boxed{\frac{T_B^2}{r_B^3} = \frac{(8{,}62\times10^{4})^2}{(4{,}22\times10^{7})^3} \approx 9{,}89\times10^{-14}\ \mathrm{s^2\cdot m^{-3}}}$$

3) Les deux valeurs sont égales aux arrondis près, alors que B est beaucoup plus loin de la Terre que A.

$$\boxed{\text{égaux aux arrondis près}}$$

4) Le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ est le même pour les deux satellites : le carré de la période est proportionnel au cube du rayon de l'orbite. C'est la troisième loi de Kepler.

$$\boxed{\text{troisième loi de Kepler}}$$

Exercice 3 La Terre autour du Soleil

1) Un jour dure 86 400 secondes :

$$\boxed{T = 365\times86\,400 \approx 3{,}15\times10^{7}\ \mathrm{s}}$$

Exercice 3 (suite) La Terre autour du Soleil

2) Période en secondes au carré, rayon en mètres au cube :

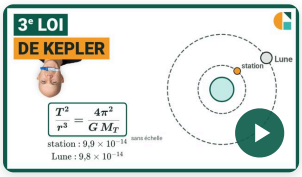
$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{(3{,}15 \times 10^{7})^2}{(1{,}50 \times 10^{11})^3} \approx 2{,}95 \times 10^{-19}\ \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-3}$$

3) On isole la masse du Soleil dans l'égalité donnée :

$$M_S = \frac{4\pi^2}{G \times \dfrac{T^2}{r^3}} = \frac{4\pi^2}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 2{,}95 \times 10^{-19}} \approx 2{,}01 \times 10^{30}\ \text{kg}$$

4) Le rapport dépend de la masse de l'astre central. Autour de la Terre, bien moins massive que le Soleil, il a une valeur différente, beaucoup plus grande. On ne compare que des objets qui tournent autour du même astre.

non : il serait beaucoup plus grand



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T12-5

Troisième loi de Kepler : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Établir la troisième loi de Kepler à partir de la période de révolution : T² = 4π² r³/(GM), rapport T²/r³ = 4π²/(GM) qui ne dépend que de la masse de l'astre central, vérification sur deux satellites de la Terre, masse du Soleil déduite de l'orbite terrestre. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.