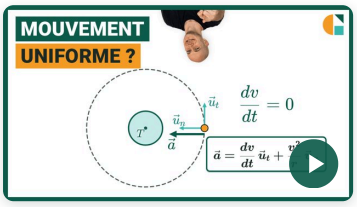
Montrer qu'un mouvement circulaire est uniforme avec le repère de Frenet

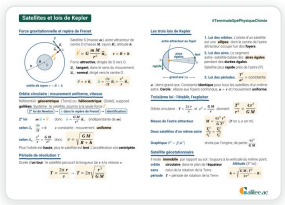
Satellites et lois de Kepler • Compétence 2 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

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

galilee.ac/V/T12-2



La fiche de cours

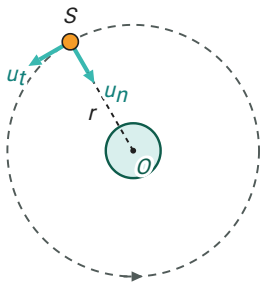
Tout le chapitre sur une page.

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

Exercice 1

La démonstration en lettres

Un satellite S de masse m est en orbite circulaire de rayon r autour de Mars, de masse M. Le référentiel d'étude est supposé galiléen ; le repère de Frenet est $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$.



1) Donner l'expression de la valeur de la force de gravitation exercée sur S.

2) En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression de la valeur de l'accélération de S.

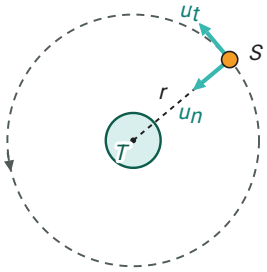
3) Cette accélération est portée par $\vec{u}_n$. Que vaut sa coordonnée sur $\vec{u}_t$?

4) Conclure sur la nature du mouvement.

Exercice 2

Montrer que le mouvement est uniforme

Un satellite S est en orbite circulaire de rayon $r = 7{,}20 \times 10^{6}\ \text{m}$ autour de la Terre. Sa vitesse vaut $v = 7{,}44\ \text{km} \cdot \text{s}^{-1}$. Le repère de Frenet est formé des vecteurs unitaires $\vec{u}_t$ et $\vec{u}_n$.

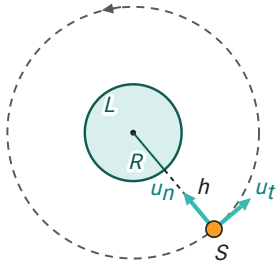


1) Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement ?
2) Faire le bilan des forces exercées sur le satellite.
3) En appliquant la deuxième loi de Newton, préciser la direction, le sens et la valeur de l'accélération.
4) Que vaut la coordonnée de l'accélération sur $\vec{u}_t$?
5) En déduire la nature du mouvement.
6) Calculer la valeur de l'accélération avec 3 chiffres significatifs.

Exercice 3

Une sonde autour de la Lune

Une sonde S de masse $m = 1\,500\ \text{kg}$ décrit une orbite circulaire autour de la Lune, à l'altitude $h = 100\ \text{km}$. Le repère de Frenet est $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$. Données : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; masse de la Lune $M = 7{,}35 \times 10^{22}\ \text{kg}$; rayon de la Lune $R = 1{,}74 \times 10^{3}\ \text{km}$.



1) Calculer la valeur F de la force exercée par la Lune sur la sonde.
2) Calculer la valeur de l'accélération de la sonde.
3) Préciser la direction et le sens de cette accélération.
4) Que vaut $\dfrac{dv}{dt}$?
5) En déduire la nature du mouvement de la sonde.

Montrer qu'un mouvement circulaire est uniforme avec le repère de Frenet

Exercice 1 La démonstration en lettres

1) Loi de la gravitation, avec la distance entre les centres au carré :

$$F = G\,\frac{m\,M}{r^2}$$

2) La force de gravitation est la seule force. Deuxième loi de Newton : $m\,a = F$. La masse m se simplifie.

$$a = \frac{F}{m} = G\,\frac{M}{r^2}$$

3) La force pointe vers le centre de Mars, donc l'accélération aussi : elle n'a aucune coordonnée sur u_t. Dans le repère de Frenet, cette coordonnée est $\dfrac{dv}{dt}$: elle est nulle.

$$\frac{dv}{dt} = 0$$

4) $\dfrac{dv}{dt} = 0$: la valeur de la vitesse est constante. Le mouvement circulaire est uniforme.

mouvement circulaire uniforme

Exercice 2 Montrer que le mouvement est uniforme

1) Pour un satellite de la Terre, on se place dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen. Le référentiel terrestre tourne avec la Terre : il ne convient pas.

référentiel géocentrique, supposé galiléen

2) Le satellite n'est soumis qu'à la force de gravitation exercée par la Terre. Rien ne le pousse, et la « force centrifuge » n'est pas une force exercée sur lui.

force de gravitation de la Terre, seule

3) Deuxième loi de Newton : la masse fois l'accélération est égale à la force de gravitation. La masse du satellite se simplifie : l'accélération a la direction et le sens de la force, vers le centre de la Terre, et sa valeur est $\dfrac{G\,M}{r^2}$.

vers le centre de la Terre, $a = \dfrac{G\,M}{r^2}$

4) L'accélération est portée par u_n seulement : sa coordonnée sur u_t est nulle.

$$\frac{dv}{dt} = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

5) La dérivée de la valeur de la vitesse est nulle : la valeur de la vitesse est constante. Le mouvement est uniforme. Le vecteur vitesse, lui, change de direction à chaque instant.

mouvement circulaire uniforme

6) Il reste la coordonnée sur u_n, avec la vitesse en mètres par seconde :

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(7{,}44\times10^3)^2}{7{,}20\times10^6} \approx 7{,}69\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

Exercice 3 Une sonde autour de la Lune

1) La distance se compte depuis le centre de la Lune : $r = R + h = 1\,840\ \text{km} = 1{,}84 \times 10^{6}\ \text{m}$.

$$F = G\,\frac{m\,M}{r^2} = \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 1\,500 \times 7{,}35 \times 10^{22}}{(1{,}84 \times 10^{6})^2} \approx 2{,}17 \times 10^{3}\ \text{N}$$

2) Dans le référentiel lié au centre de la Lune, supposé galiléen, la sonde n'est soumise qu'à cette force. Deuxième loi de Newton : $m\,a = F$.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2{,}17 \times 10^{3}}{1\,500} \approx 1{,}45\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

3) L'accélération a la direction et le sens de la force : vers le centre de la Lune, donc suivant u_n.

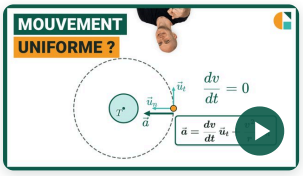
vers le centre de la Lune, selon le vecteur normal

4) L'accélération n'a aucune coordonnée sur u_t. Or, dans le repère de Frenet, cette coordonnée est $\frac{dv}{dt}$.

$$\frac{dv}{dt} = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

5) La valeur de la vitesse est constante : le mouvement circulaire de la sonde est uniforme.

mouvement circulaire uniforme



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

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

galilee.ac/V/T12-2

Repère de Frenet, mouvement circulaire : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Montrer qu'un mouvement circulaire est uniforme avec le repère de Frenet : référentiel géocentrique supposé galiléen, force de gravitation seule, deuxième loi de Newton, accélération centripète portée par le vecteur normal, dv/dt = 0 sur le vecteur tangent, accélération v²/r. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.