

Mouvement d'un satellite - Correction

Exercice 01 : Satellites géostationnaires

On donne la constante de gravitation $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1}.\text{m}^3.\text{s}^{-2}$ et la masse de la Terre $m_T = 5,98.10^{24} \text{ kg}$. La terre est assimilée à une sphère parfaite de centre O_T , de rayon $R_T = 6,38.10^6 \text{ m}$, en rotation autour de l'axe des pôles et qui effectue un tour sur elle-même en $T_T = 86164 \text{ s}$. le référentiel géocentrique est supposé galiléen. Un satellite assimilé à un point matériel s de masse m est dit géocentrique s'il reste constamment à la verticale d'un même point H sur Terre et à la même altitude z .

1. Justifier qu'un satellite géostationnaire a un mouvement circulaire uniforme. On admet que le centre du cercle décrit par s est nécessairement O_T .

Le mouvement de s est plan. Or z est constante, donc la distance $O_T s = R_T + z$ est constante. Donc s appartient à une sphère de centre O_T : l'intersection d'une sphère et d'un plan est un cercle de centre O . Le mouvement d'un satellite géostationnaire est nécessairement circulaire uniforme.

2. On suppose que le plan dans lequel s évolue n'est pas le plan équatorial ; montrer que s ne peut pas être géostationnaire.

Si le plan n'est pas le plan équatorial, il le coupe. Donc la trajectoire circulaire passe tantôt à la verticale des points de l'hémisphère nord, tantôt de l'hémisphère sud. Le satellite s n'est donc pas géostationnaire.

3. Déterminer le rayon $r = O_T s$, l'altitude z et la vitesse v (mesurée dans le référentiel géocentrique) du satellite géostationnaire.

En appliquant la troisième loi de Kepler : $r = \sqrt[3]{\frac{G m_T T_T^2}{4 \pi^2}} = 45,2.10^6 \text{ m}$.

On en déduit $z = r - R_T = 35,8.10^6 \text{ m}$ et $v = \frac{2\pi r}{T_T} = 3,08.10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

4. Déterminer sa vitesse aréolaire A .

La vitesse aréolaire A est le rapport entre l'aire balayée par $O_T s$ et la durée. Pendant que T_T , s effectue un cercle complet de centre O_T . Donc $O_T s$ balaye le disque de rayon r et $A = \frac{\pi r^2}{T_T} = 6,49.10^{10} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.

Exercice 02 : Vitesse d'un satellite

1. Montrer que le module du vecteur vitesse d'un satellite, en orbite circulaire, est constant.

L'accélération est donnée par la deuxième loi de Newton appliquée au satellite, dans le référentiel géocentrique. Si m est la masse du satellite :

$$m\vec{a} = m \cdot \vec{g}_{(p)}; \vec{a} = \vec{g}_{(p)} = -\frac{G \cdot m_T}{r^2} \cdot \vec{u}_{OP}.$$

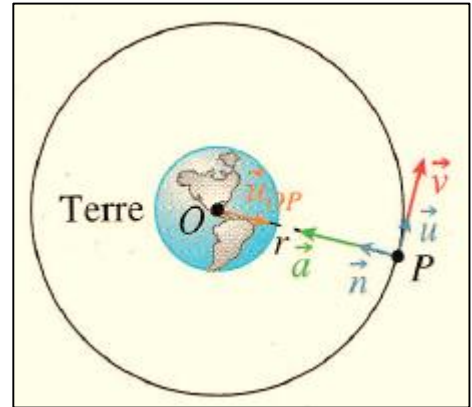
Dans le repère de Frenet :

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u} + \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n}$$

Pour un mouvement circulaire :

$$\vec{n} = -\vec{u}_{OP}, \quad \text{donc : } \vec{a} = \frac{G \cdot m_T}{r^2} \cdot \vec{n} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u} + \frac{v^2}{r} \cdot \vec{n}$$

On en déduit $\frac{dv}{dt} = 0$: la vitesse est donc constante.



2. Les satellites Spot (Satellites Pour l'Observation de la Terre) sont des satellites de télédétection. Leur altitude est de 822 km.

Données : Masse de la Terre $m_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$, rayon terrestre $R_T = 6380 \text{ km}$, $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

a. Exprimer la vitesse v du satellite en fonction de la constante de gravitation G , de la masse m_T de la Terre, du rayon terrestre R_T et de l'altitude h du satellite.

De la relation précédente, on déduit aussi : $\frac{G \cdot m_T}{r^2} = \frac{v^2}{r}$. Soit $v^2 = \frac{G \cdot m_T}{r} = \frac{G \cdot m_T}{R_T + h}$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot m_T}{R_T + h}}$$

b. Calculer la valeur de la vitesse d'un satellite Spot, en $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$.

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot m_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}{6,380 \times 10^6 + 8,22 \times 10^5}} = 7,44 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Soit environ $7,44 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ce document PDF gratuit à imprimer est issu de la page :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Satellite et gravitation Mouvement d'un satellite - PDF à imprimer](#)

Le lien ci-dessous vous permet de télécharger cet exercice avec un énoncé vierge

- [Mouvement d'un satellite - Terminale - Exercices corrigés](#)

Les exercices des catégories suivantes pourraient également vous intéresser :

- [Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Satellite et gravitation Lois de Kepler - PDF à imprimer](#)

Besoin d'approfondir en : Terminale Physique - Chimie : Physique Satellite et gravitation Mouvement d'un s

- [Cours Terminale Physique - Chimie : Physique Satellite et gravitation Mouvement d'un satellite](#)
- [Vidéos pédagogiques Terminale Physique - Chimie : Physique Satellite et gravitation Mouvement d'un satellite](#)