

LES SATELLITES

Sujet 1 : Galiléo – Polynésie 2007

Sujet 2 : Plusieurs satellites – Métropole 2002

DOCUMENT

Connaître sa position exacte dans l'espace et dans le temps, autant d'informations qu'il sera nécessaire d'obtenir de plus en plus fréquemment avec une grande fiabilité. Dans quelques années, ce sera possible avec le système de radionavigation par satellite GALILEO, initiative lancée par l'Union européenne et l'Agence spatiale européenne (ESA). Ce système mondial assurera une complémentarité avec le système actuel GPS (Global Positioning System). GALILEO repose sur une constellation de trente satellites et des stations terrestres permettant de fournir des informations concernant leur positionnement à des usagers de nombreux secteurs (transport, services sociaux, justice, etc...).

Le premier satellite du programme, Giove-A, a été lancé le 28 décembre 2005.

D'après le site <http://www.cnes.fr/>

DONNEES :

- Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
- La Terre est supposée sphérique et homogène. On appelle O son centre, sa masse $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ et son rayon $R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$
- Le satellite Giove-A est assimilé à un point matériel G de masse $m_{\text{sat}} = 700 \text{ kg}$. Il est supposé soumis à la seule interaction gravitationnelle due à la Terre, et il décrit de façon uniforme un cercle de centre O, à l'altitude $h = 23,6 \times 10^3 \text{ km}$.

1. Mouvement du satellite Giove-A autour de la Terre

1. Sans souci d'échelle, faire un schéma représentant la Terre, le satellite sur sa trajectoire et la force exercée par la Terre sur le satellite.
2. En utilisant les notations du texte, donner l'expression vectorielle de cette force. On notera \vec{u} le vecteur unitaire dirigé de O vers G.
3. Dans quel référentiel le mouvement du satellite est-il décrit ?
4. Quelle hypothèse concernant ce référentiel faut-il faire pour appliquer la seconde loi de Newton ?
5. En appliquant la seconde loi de Newton au satellite, déterminer l'expression du vecteur-accélération \vec{a} du point G.
6. Définir le repère de Frenet et donner les caractéristiques du vecteur-accélération \vec{a} d'un point matériel.
7. Montrer alors que le satellite a un mouvement uniforme à la vitesse v du satellite est telle que $v^2 = G \frac{M_T}{R}$
8. Définir la période de révolution T du satellite. Donner son expression en fonction de G, M_T et R. Calculer la période T.

2. Comparaison avec d'autres satellites terrestres : troisième loi de Kepler

Il existe actuellement deux systèmes de positionnement par satellites : le système américain GPS et le système russe GLONASS.

Le tableau fourni sur l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, rassemble les périodes T et les rayons R des trajectoires des satellites correspondants, ainsi que les données relatives aux satellites de type Météosat.

Ces données permettent de tracer la courbe donnant T^2 en fonction de R^3 .

9. Compléter la ligne du tableau relative au satellite Giove-A (GALILEO).
10. Placer le point correspondant dans le système d'axes proposés sur l'annexe et tracer la courbe donnant T^2 en fonction de R^3 .

11. Que peut-on déduire du tracé précédent ? Justifier.

12. Montrer que le résultat de la question 8 est conforme au tracé obtenu.

13. Comment nomme-t-on la loi ainsi mise en évidence ?

3. Les deux premières lois de Kepler

14. La première loi de Kepler.

Sans souci exagéré d'échelle ni d'exactitude de la courbe mathématique, dessiner l'allure de l'orbite du satellite Galileo. Placer sur ce schéma le centre d'inertie de la Terre et les points Aphélie et Périhélie correspondant respectivement au point le plus éloigné et le plus proche de la Terre.

15. La deuxième loi de Kepler

Énoncé la seconde loi de Kepler. Montrer, sans calcul, que la vitesse du satellite sur son orbite n'est pas constante. Préciser en quels points de son orbite sa vitesse est maximale, minimale.

3. Satellite géostationnaire.

16. Donner la définition d'un satellite géostationnaire

17. Quelle(s) trajectoire(s) est (sont) compatible(s) avec les lois de la mécanique ?

18. Établir l'altitude h_{Geo} occupée par un satellite géostationnaire.