

الدراسة عن بعد : 07.72.96.61.01

Sciences Mathématiques

Mouvement des satellites et des planètes

EXERCICE 1

On considère que la lune a un orbite circulaire autour de la Terre et que la masse de celle-ci est $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ et que son rayon vaut $R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km}$.

1. Définir le référentiel géocentrique.
2. Calculer dans ce référentiel la vitesse V de la lune ainsi que sa période orbitale T . On donne : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
3. Démontrer la relation $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M}$ et en déduire la période orbitale :
 - a. De la lune. $r_L = 384000 \text{ km}$
 - b. Du télescope Hubble qui tourne autour de la Terre à une hauteur $h = 600 \text{ km}$.

Réponses :

$$v = 1021 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} ; T = 2,363 \cdot 10^6 \text{ s} ; T_H = 5816 \text{ s}$$

EXERCICE 2

Les satellites (European resources sensing) font partie du programme de l'agence spatiale européenne.

Leurs missions est d'observer la Terre vu qu'ils sont équipés de plusieurs capteurs qui leurs permettent d'étudier les changements climatiques, d'environnement et d'océans.

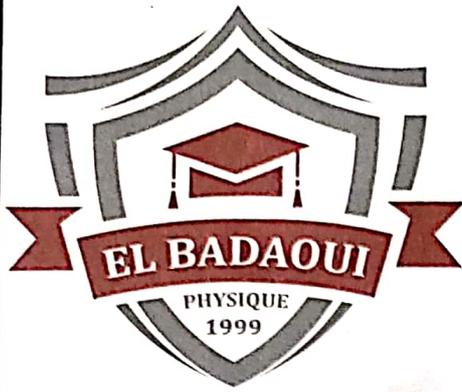
Le satellite ERS2 tourne autour des pôles de la Terre suivant un mouvement circulaire uniforme de période orbitale $T = 100 \text{ min}$.

1. Le satellite ERS2 peut-il être géostationnaire ? Justifier.
2. a. Trouver l'expression de sa période orbitale.
b. En déduire le rayon de son orbite et le calculer.
c. Calculer la hauteur, de la surface de la terre, du satellite ERS2.

Réponses :

$$2. b. r = 7,15 \cdot 10^6 \text{ m} \quad c. h = 7,7 \cdot 10^2 \text{ km}$$

①



الدراسة عن بعد : 07.72.96.61.01

Sciences Mathématiques

Mouvement des satellites et des planètes

EXERCICE 3

On considère un satellite S_1 de masse $m = 200\text{kg}$ en rotation autour de la terre à une hauteur $h_1 = 35927\text{ km}$. Sa trajectoire appartient au plan équatorial. Le mouvement de S_1 est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

1. Montrer que le mouvement du satellite S_1 est uniforme.
2. Calculer sa vitesse linéaire V et en déduire sa période T .

3. Comment apparait ce satellite pour un observateur terrestre dans les cas suivants :
 - a. Le satellite tourne dans le sens de rotation de la Terre.
 - b. Le satellite tourne dans le sens inverse de la rotation de la Terre.
4. Calculer l'intensité du poids du satellite S_1 , à la hauteur h_1 .
5. Le satellite S_1 est utilisé dans les télécommunications. Sachant que les ondes qu'il émet ou qu'il reçoit se propage rectilignement.
 - a. Calculer la longueur de l'arc séparant les deux points de l'équateur qui bornent la région théoriquement couverte par le satellite S_1 .
 - b. Pour couvrir plus de régions par le satellite S_1 , on utilise un autre satellite S_2 qui a le même orbite et le même mouvement du premier satellite. Quelle est la distance maximale S_1S_2 assurant une communication directe entre eux ?
6. Après 10 ans du fonctionnement du satellite S_1 , ce dernier perd dans chaque tour le $(\frac{1}{100})$ de la hauteur de son orbite antérieur.

Determiner le nombre de tours effectués avant qu'il pénètre l'atmosphère d'épaisseur $h' = 100\text{ km}$, où il est détruit à cause des frottements avec l'air.

On donne : $(0,99)^{586} \approx 2,678 \cdot 10^{-3}$;

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$R_T = 6,38 \cdot 10^3 \text{ km} ; M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

Réponses :

2. $V = 3076 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $T = 24\text{h}$

3.a. apparait fixe

b. apparait au-dessus de lui tous les 12h.

4. $P = 44,74 \text{ N}$

5. a. $AB = 18086 \text{ km}$ b. $S_1S_2 = 83628 \text{ km}$

6. nombre de tours $n = 586$

proposé par : E'
EL BADAOUI.A

ex: 4

Un satellite (S) de masse m orbite autour de la Terre à une altitude h de sa surface. sa Trajectoire appartient au plan équatorial. on considère que le satellite immobile par rapport un observateur terrestre et on étudie son mvt dans un le repère géocentrique. Considère galiléen. Admettons que la Terre est sphérique et le satellite un point matériel qui ne subit que la force d'attraction gravitationnelle.

1/ Déterminer les Trois Conditions que les satellites soient immobiles.

2/ Quelle est la nature du mvt de satellite ?

3/ Démontrer la relation $(R+h)^3 \cdot \omega^2 = c^2$ où ω est la vitesse angulaire de la rotation du satellite.

4/ Trouver l'expression de la constante c^2 en fonction de R et g_0 (g_0 : l'intensité de pesanteur à la surface de la Terre).

5/ Un autre satellite artificielle (S') tourne suivant le même plan et le même sens que le satellite (S) à l'altitude ($h' < h$). on remarque que chaque 5 j les deux satellites sont alignés avec le centre de la Terre.

(36)

Calculer T' la période du mvt du satellite (s')
et déduire la hauteur h' .

on donne :

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$$

$$R = 6400 \text{ km}$$

$$m_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

ex: 5

on étudie le mvt d'un satellite dans le repère géocentrique Terrestre Considéré galiléen. la Terre est supposée homogène de forme sphérique de rayon $R = 6400 \text{ km}$ et de masse $m_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, tandis que le satellite est considéré comme un point matériel de masse $m = 1000 \text{ kg}$ orbitant autour de la Terre avec une trajectoire circulaire à une altitude $h = 400 \text{ km}$ de la surface de la Terre.

on prend : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (SI)}$

1/ montrer que le mvt du satellite est circulaire uniforme. et donner l'expression de sa vitesse v en fonction de : r , G et m_T .

2/ Trouver l'expression de l'énergie mécanique E_m du satellite (s) en fonction de G , m , m_T et r ($r = R + h$). on Rappel que : l'expression d'énergie potentielle de satellite : $E_p = -\frac{Gmm_T}{r}$

3/ Trouver la relation entre E_p et E_c et entre E_m et E_c .

4/ on donne au satellite une énergie supplémentaire $\Delta E = 5 \cdot 10^8 \text{ J}$ Par conséquent il prend une nouvelle orbite de rayon $r' = R + h'$
 Trouver la nouvelle vitesse v' du satellite ainsi que l'altitude h' .

EXERCICE 6

(03,5 points).

Les satellites géostationnaires sont utilisés, entre autres, en télécommunication, en météorologie et dans le domaine militaire. Ils ont pour rôle de recevoir et de réémettre, vers une zone couvrant une partie de la surface terrestre, des signaux électromagnétiques.

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement circulaire d'un satellite géostationnaire dans le référentiel géocentrique supposé galiléen et de déterminer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par un tel satellite.

3.1. Énoncer la loi de gravitation universelle puis donner, schéma à l'appui, sa formulation vectorielle. (0,5 pt)

3.2.

Établir alors l'expression de g en fonction de sa valeur g_0 au sol, de l'altitude h et du rayon R de la Terre. (0,5 pt)

3.3. Montrer que le mouvement du satellite géostationnaire est uniforme. (0,5 pt)

3.4. Établir, en fonction de g_0 , R et h , l'expression de la vitesse v du satellite sur son orbite et celle de sa période T . (0,5 pt)

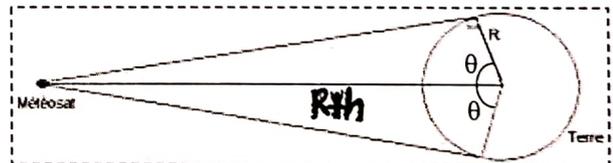
3.5. a) Qu'appelle-t-on satellite géostationnaire ? (0,25 pt)

b) Montrer, par un calcul, que l'altitude du satellite géostationnaire vaut $h = 3,58 \cdot 10^4 \text{ km}$. (0,5 pt)

3-6 Météosat-8 est un de ces satellites géostationnaires.

3-6-1 Calculer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par Météosat-8. (0,5 pt)

3-6-2 Dire si les observations faites par Météosat-8 concernent toujours la même zone de la Terre ou non. (0,25 pt).



On donne :

- La surface S de la calotte sphérique de rayon R , vue sous l'angle θ depuis le centre de la Terre est donnée par : $S = 2 \pi R^2 (1 - \cos \theta)$.

- Rayon terrestre $R = 6400 \text{ km}$; période de rotation de la Terre sur elle-même $T_1 = 8,6 \cdot 10^4 \text{ s}$

- Valeur du champ de gravitation terrestre au sol : $g_0 = 9,8 \text{ S.I}$

proposé par : EL BADAOUI. A

5