

- MOUVEMENT DE SATELLITES -

Exercice 1: Mouvement d'un satellite, calcul de la masse de la terre.

Un satellite décrit autour de la terre une orbite circulaire à une altitude z .

- 1) a) Etablis l'expression du champ de pesanteur à l'altitude z en fonction de z , de la constante gravitationnelle K , de la masse M et du rayon R de la terre.
- b) Exprime l'accélération g_0 de la pesanteur au niveau du sol en fonction de R , M , et K .
Sachant que $R = 6400\text{km}$, $g_0 = 9,8\text{m.s}^{-2}$ et $K = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{U.S.I}$, calcule M .
- c) Exprime en fonction de g_0 , R et z , l'intensité g de la pesanteur à une altitude z quelconque.
- 2) Un satellite artificiel évolue à très haute altitude, en décrivant un cercle concentrique à la terre.
- a) Détermine sa vitesse en fonction de g_0 , R et z .
- b) Calcule cette vitesse à l'altitude $z = 36000\text{km}$
- c) Quelle est alors la durée d'une révolution ? Exprime-la en s et en h. Quelle réflexion vous inspire ce dernier résultat lorsque l'orbite est dans le plan équatorial ?

Exercice 2 :

On considère un satellite en rotation sur une orbite circulaire autour de la terre. L'altitude du satellite est h .

- 1) Montre que le mouvement du satellite est uniforme.
 - 2) a) Etablis l'expression de la vitesse linéaire V et de la période T du satellite en fonction de l'accélération g_0 de la pesanteur au niveau du sol, du rayon R de la terre et de h .
 - b) A.N : Calcule V pour $h = 3200\text{km}$, $R = 6380\text{km}$, $g_0 = 9,8\text{m.s}^{-2}$.
 - 3) Démontre la troisième loi de Kepler.
 - 4) Quelle devrait être l'altitude h' du satellite pour qu'il paraisse immobile à un observateur terrestre ? Le plan de l'orbite est celui de l'équateur terrestre. Quelle serait alors sa vitesse V' .
 - 5) L'énergie potentielle de pesanteur du système satellite - terre s'écrit : $E_P = -\frac{mg_0R^2}{R+h}$ où m est la masse du satellite.
- Détermine l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de m , g_0 , R et h .

Exercice 3 :

Le tableau ci-dessous comporte des données relatives à deux types de satellites artificiels de la terre en rotation uniforme dans le référentiel géocentrique.

	<i>Météosat</i>	<i>Spot</i>
Champ d'observation au sol	Quasiment la moitié de la surface de la terre	Carré de 60km de côté
Altitude (km)	35.800	832
Période (seconde)	86.164	24.120

- 1) L'un de ces satellites est dit géostationnaire. Indique lequel et justifie ta réponse.
- 2) La valeur du champ de pesanteur à l'altitude h est donné par $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$ avec g_0 l'intensité de la pesanteur au sol et R le rayon de la terre.
- a) Détermine l'expression de la vitesse de chaque satellite.
- b) Calcule les vitesses de ces satellites.
- 3) On pose $r = R + h$. Montre que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est égale à une constante que l'on exprimera en fonction de g_0 et R . $g_0 = 9,8\text{m.s}^{-2}$; $R = 6.380\text{km}$.

Exercice 4 :

Un satellite artificiel décrit dans le référentiel géocentrique une orbite circulaire de centre O (centre de la terre) et de rayon $r = 20.000\text{km}$, sa période révolution est $T = 7\text{h}49\text{mn}$.

- a) Montre que le mouvement est uniforme.
- b) Etablis l'expression de la période T en fonction de r , de la masse M_T de la terre et de la constante de gravitation K .
- c) Quelle sera sa période de révolution T' s'il gravitait à la distance $r = 10.000\text{km}$.

Exercice 5 : Satellite du soleil, détermination de la masse et de la période d'une planète.

Les planètes du soleil sont considérées comme des corps à symétrie sphériques. Vénus est une planète de masse $4,83 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, de rayon $R_V = 6,26 \cdot 10^6 \text{ m}$. Elle décrit autour du soleil une trajectoire circulaire de rayon $r_V = 1,08 \cdot 10^{11} \text{ m}$.

- 1) Calcule la norme du vecteur champ de gravitation à la surface de vénus.
- 2) Sachant que la trajectoire de la terre autour du soleil a un rayon $r_T = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, calcule :
 - a) La période de révolution de vénus autour du soleil en appliquant la 3^{ème} loi de Kepler.
 - b) La masse du soleil (M_S).

On donne : Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ U.S.I.}$; la période de révolution de la terre est 365 jours.

Exercice 6 : Satellite géostationnaire, calcul de son altitude et de sa vitesse.

Dans un repère géocentrique supposé galiléen, on considère un satellite géostationnaire, de centre d'inertie S, dont la trajectoire est une orbite circulaire situé à la distance h autour de la terre. Il est animé d'une vitesse de module constante V. On supposera que la terre est sphérique et homogène, de masse M, de centre d'inertie O et de rayon R. seule l'interaction gravitationnelle entre le satellite et la terre est à considérer.

- 1) Fait un schéma sur lequel apparaîtra la force exercée par la terre sur le satellite, le vecteur champ de gravitation créé en S et le vecteur unitaire $\vec{u}_{OS}$ (dirigé de O vers S).
- 2)
 - a) Définis un satellite géostationnaire.
 - b) Etablis la période T du mouvement du satellite et établis son expression en fonction de R, h et V.
 - c) Exprime V en fonction de R, h et g_0 (accélération de la pesanteur à la surface de la terre).
- 3)
 - a) Calcule la valeur de l'altitude h à laquelle évolue le satellite.
 - b) Calcule la valeur du module de sa vitesse. On donne $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R = 6380 \text{ km}$; $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; accélération de la pesanteur à l'altitude h : $g = g_0 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2$.

Exercice 7 :

Un satellite artificiel décrit une orbite circulaire de même centre que la terre, dans le référentiel géocentrique.

- 1) Précise la nature et les caractéristiques de la force responsable du mouvement.
- 2) La vitesse angulaire est égale à $8,055 \cdot 10^{-4} \text{ rad.s}^{-1}$. Calcule :
 - a) L'altitude à laquelle évolue le satellite.
 - b) La vitesse linéaire.
 - c) L'intensité du champ gravitationnel à l'altitude considérée.

Données : $R = 6370 \text{ km}$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.