

Mouvement des satellites et planètes

Exercice 1 : Le pigeon bleu.

Le pigeon bleu est un satellite artificiel marocain assurant le contrôle des frontières géographiques du royaume et les télécommunications. Il a été instauré par des experts du centre royal de télédétection spatiale en collaboration avec experts internationaux.

Le pigeon bleu a été mis en orbite le 10 décembre 2001 à une altitude h du sol. Ce satellite artificiel (S) effectue environ 14 tours autour de la terre par jour.

Données :

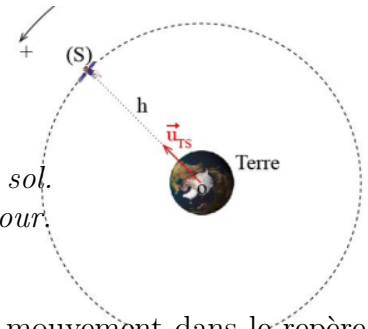


Figure 1

- On assimile l'orbite de (S) à un cercle de centre O, et on étudie son mouvement dans le repère géocentrique.
 - La Terre est considérée comme une sphère à répartition sphérique de masse.
 - On néglige les dimensions de (S) devant sa distance au centre de la Terre.
 - La valeur de la constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (SI) ;
 - La valeur du rayon de la Terre : $r_T = 6350 \text{ km}$;
 - La valeur de l'intensité de pesanteur à la surface de la Terre : $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
 - La valeur de la période de rotation de la Terre autour de son axe polaire : $T = 86164 \text{ s}$;
 - La valeur de l'altitude : $h = 1000 \text{ km}$;
 - u_{TS} : Vecteur unitaire dirigé de O vers S.
1. Recopier le schéma de la figure 1, et représenter dessus le vecteur vitesse \vec{V}_S du satellite artificiel, et le vecteur force d'attraction universelle modélisant l'action de la Terre sur (S).
 2. Donner l'expression vectorielle de la force d'attraction universelle modélisant l'action de la Terre sur (S).
 3. Ecrire dans le repère de Freinet, l'expression du vecteur accélération du mouvement de (S).
 4. Par application de la 2ème loi de Newton sur le mouvement du centre de gravité du satellite (S) :
 - (a) Montrer que le mouvement de (S) est circulaire uniforme.
 - (b) Ecrire l'expression de V_S en fonction de g_0 , r_T , et h . Calculer sa valeur.
 5. Montrer que la masse de la terre est : $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.
 6. Montrer que le satellite artificiel n'apparaît pas immobile par rapport à un autre satellite artificiel (S') tourne autour de la Terre avec une vitesse angulaire ω , et apparaît immobile par rapport à un observateur terrestre. Le satellite (S') envoie à la terre des photos utilisées dans les prévisions météo.
 - (a) Montrer que : $\omega^2 \cdot (r_T + z)^3 = Cte$ où z est la distance séparant le sol terrestre du satellite (S').
 - (b) Trouver la valeur de z .

Exercice 2 :le mouvement de Jupiter autour du soleil.

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement de Jupiter autour du soleil, et de déterminer quelques grandeurs physiques caractérisant cette planète. **Données :**

- Masse du soleil : $M_S = 2.10^{30} kg$;
- Constante d'attraction universelle : $G = 6,67.10^{-11}$ (SI) ;
- Période de révolution de Jupiter autour du soleil : $T_J = 3,74.10^8 s$;

On considère que le soleil et Mars sont à répartitions sphériques de masses, et on note la masse de Jupiter M_J .

On néglige les dimensions de la planète Jupiter devant la distance qui la sépare du centre du Soleil, ainsi que les forces qui lui sont appliquées devant la force d'attraction universelle entre elle et le Soleil.

1- Détermination du rayon orbital de Jupiter et sa vitesse :

On considère que le mouvement de Jupiter dans le repère héliocentrique est circulaire de rayon orbital r .

1. Ecrire en fonction de M_J , M_S , G , et r , l'expression de l'intensité de la force de gravitation universelle exercée par le Soleil sur Jupiter.
2. En appliquant la deuxième loi de Newton :
 - (a) Ecrire les expressions des composantes du vecteur accélération dans le repère de Freinet, et déduire que le mouvement de Jupiter est circulaire uniforme.
 - (b) Montrer que la troisième loi de Kepler s'écrit $\frac{T_J^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M_S}$
3. S'assurer que $r \approx 7,8.10^{11} m$.
4. Déterminer la valeur de la vitesse V de révolution de Jupiter autour du soleil.

2- Détermination de la masse de Jupiter :

On considère que la lune "Io" l'un des satellites découvert par Galilée, est en mouvement circulaire uniforme à une distance $r' = 4,2.10^8 m$ du centre de Jupiter. La période de ce mouvement est $T_I = 1,77 \text{ jours}$. (On néglige les dimensions de Io devant les autres dimensions, ainsi que les forces qui lui sont appliquées devant la force d'attraction universelle entre lui et Jupiter).

En étudiant le mouvement de Io dans un repère d'origine confondu avec le centre de Jupiter et supposé galiléen, **déterminer la masse M_J de Jupiter.**

"The physical universe and its buzzing machinery, its fantastical scenery."