

Étudier le mouvement des satellites.

I. Mouvement circulaire des planètes et des satellites

On étudie le mouvement du centre P d'une planète de masse m_p autour du Soleil de centre S de masse M_S dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen.

Dans ce cas, une seule force $\overrightarrow{f_{S/P}}$ s'exerce sur le système:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{f_{S/P}} &= m_p \times \overrightarrow{a_P} \\ &= G \times \frac{M_S \times m_p}{d^2} \overrightarrow{u}\end{aligned}$$

avec \overrightarrow{u} vecteur unitaire allant de P à S , G la constante gravitationnelle et d la distance entre P et S .

En appliquant la deuxième loi de Newton, on a:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{a_P} &= G \times \frac{M_S}{d^2} \overrightarrow{u} \\ &= \frac{G \times M_S}{d^2} \overrightarrow{N}\end{aligned}$$

A) Mouvement circulaire uniforme

Comme la trajectoire décrite est un cercle, on se place dans un repère de Frenet centré sur P , alors:

$$\overrightarrow{a_P} = \frac{dv}{dt} \overrightarrow{t} + \frac{v^2}{d} \overrightarrow{N}$$

Or $\overrightarrow{a_P}$ est centripète, donc $\frac{dv}{dt}$ est nul, $\Rightarrow \frac{d\overrightarrow{t}}{dt} = \overrightarrow{0} \Rightarrow v = \text{constante}$.
Ainsi:

$$\overrightarrow{a_P} = \frac{v^2}{d} \overrightarrow{N}$$

B) Expression de la vitesse

On a:

$$v = \sqrt{G \frac{M_S}{d}}$$

C) Période de révolution

Définition : La période de révolution T (en s) d'une planète autour du Soleil est la durée que met la planète pour faire un tour soit : $2\pi r$.

On a :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G \times M_s}}$$

II. Les satellites géostationnaires

Un satellite géostationnaire est immobile dans le référentiel terrestre, il reste à la verticale du même point du globe.

Dans le référentiel géocentrique :

- Son orbite est circulaire et est dans le plan équatorial de la terre.
- Sa période de révolution est de 86 164 s (un jour sidéral) et le satellite tourne dans le même sens que la Terre.

Il existe aussi les satellites dits géosynchrones, i.e., qu'ils reviennent chaque jour à la même position que la Terre. Cela se produit si le satellite est à une certaine altitude et si sa période est de 86 164 s.

III - Lois de Kepler

A) Loi des orbites - 1ère loi de Kepler

Dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont l'un des foyers est le centre du soleil S .

B) Loi des aires - 2ème loi de Kepler

Le rayon-vecteur reliant le centre d'une planète au centre du soleil balaie des aires égales pendant des durées égales.

Ainsi: Une planète P a une vitesse plus grande lorsqu'elle est proche du soleil, et une vitesse plus faible lorsqu'elle est éloignée du soleil.

La vitesse de la planète P est donc maximale à la périhélie (distance minimale entre P et S) et minimale à l'aphélie (distance maximale entre P et S).

C) Loi des périodes - 3ème loi de Kepler

Dans le référentiel héliocentrique, on a:

$$\frac{T^2}{a^3} = k$$

où k est une constante, et a le demi-grand axe de l'ellipse.