Chap 3 : Mécanique Céleste et mouvement satellitaire.

I. Mouvement des satellites ou des planètes

Activité 3 p160-161 :

Exemple mouvement d'une planète autour du soleil.

Bilan des forces :

- ✓ Ref Héliocentrique considéré comme Galiléen.
- ✓ Syst : {planète}
- ✓ Forces :
    - ➢ La force d'attraction gravitationnelle $\vec{F} = \frac{GmMs}{r^2}\vec{n}$

Deuxième loi de Newton :

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = \frac{GmMs}{r^2}\vec{n} = m\vec{a}$$

$$\frac{GMs}{r^2}\vec{n} = \vec{a}$$

Le vecteur accélération de la planète est donc **radial** (dirigé vers le centre du Soleil).

Lorsque le vecteur accélération est radial, le mouvement circulaire uniforme est l'une des solutions possibles. En réalité, le mouvement des planètes est elliptique avec une faible excentricité.

Dans la suite du cours, nous considérerons que le mouvement des planètes est circulaire. Dans ce cas, le vecteur accélération est centripète (dirigé vers le centre de la trajectoire).

L'accélération tangentielle est alors nulle $\overrightarrow{at} = \vec{0}$ on peut écrire $\frac{dv}{dt} = 0\ donc\ v = cste$

Le mouvement est uniforme et le vecteur accélération est normal.

(Voir chap 1 : $a_n = \frac{v^2}{R}$ $\qquad a_t = \frac{dv}{dt}$)

$$a = \frac{vo^2}{r} = \frac{GMs}{r^2}$$

$$vo = \sqrt{\frac{GMs}{r}}$$

On remarquera que la vitesse ne dépend pas de la masse de la planète ou du satellite.

Période de révolution :

$$\mathrm{v} = \frac{\mathrm{d}}{\Delta \mathrm{t}} = \frac{2\pi \mathrm{r}}{\mathrm{T}}$$

$$T = \frac{2\pi r}{vo}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GMs}}$$

La période ne dépend pas de la masse de la planète.

On remarque que :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GMs} = constante$$

Quelque soit la planète ce rapport est constant ($3^{ème}$ loi de Kepler).

Pour les satellites on obtient les mêmes résultats sauf que la masse du soleil est remplacée par la masse de la planète et $r=R_{planète}+h$.

Exemple du satellite géostationnaire.

Un satellite géostationnaire a une position fixe par rapport au référentiel terrestre. Il tourne dans le plan de l'équateur, dans le même sens que la rotation de la Terre. Sa période de révolution est égale au jour sidéral soit T_0=23h56min4s .

Données : $M_T=5,97.10^{24}$kg.
R_T=6371km.
$G=6,67.10^{-11}$ SI

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(Rt+h)^3}{GMt}}$$

On trouve h=35800km=36000km. Donc l'altitude de lancement d'un satellite géostationnaire est de 36000km.

II. Lois de Kepler

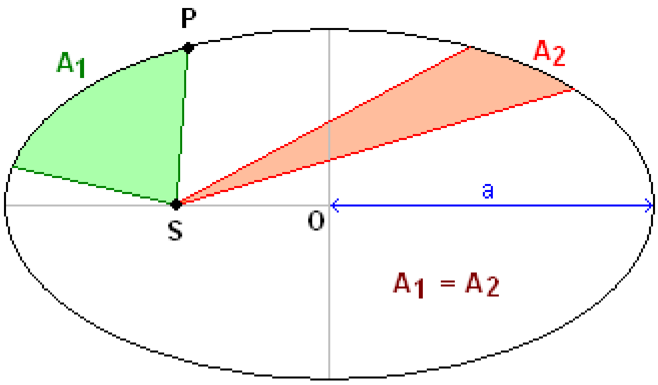
A. Première loi de Kepler

Dans Le Référentiel Héliocentrique, les orbites des planètes sont des ellipses dont le centre S du soleil est l'un des foyers.

Rq : Le cercle est une ellipse particulière dont les 2 foyers sont confondus en un point : le centre du cercle.

B. Deuxième loi de Kepler (Loi des Aires)

Le vecteur $\overrightarrow{SP}$ qui relie le centre du Soleil à celui de la planète balaie des aires égales pendant des durées égales.



La loi des aires permet d'affirmer qu'au cours de son mouvement orbitale, la vitesse d'une planète est d'autant plus grande que celle-ci est proche du soleil.

C. Troisième loi de Kepler

Pour toutes les planètes du système solaire, on a :

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

D. Généralisation.

Les 3 lois de Kepler énoncées dans le cas de planètes en orbite autours du soleil peuvent être généralisée à tout satellite ou planète en orbite autour d'un astre de masse M.

Exercices 10p173, 22p176 et 25p178 :