chapitre 12

Satellites et planètes

COURS

1 Référentiels héliocentrique et planétocentrique

Le **référentiel héliocentrique,** galiléen, est centré au centre du Soleil et ses axes sont dirigés vers des étoiles fixes.
Un **référentiel planétocentrique** est centré au centre d'une planète et d'axes parallèles à ceux du référentiel héliocentrique.

Exemple

Le mouvement des satellites de la Terre est étudié dans le référentiel géocentrique galiléen.

2 Lois de Kepler

1^{re} **loi de Kepler** (1605) : chaque planète décrit, dans le sens direct, une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers.
2^{e} **loi de Kepler** (1604) : pendant des durées égales, le rayon vecteur $\overrightarrow{SP}$ allant du centre du Soleil S au centre P de chacune des planètes balaie des aires égales.
3^{e} **loi de Kepler** (1618) : le carré de la période de révolution T d'une planète est proportionnel au cube du demi-grand axe a de sa trajectoire elliptique :

$$\frac{T^2}{a^3} = K_S \,.$$

REMARQUE : la constante K_S dépend de la masse du Soleil. Les lois de Kepler sont valables pour le mouvement de révolution d'un satellite autour d'une planète ; K_S doit être alors remplacée par K_P qui dépend de la masse de la planète.

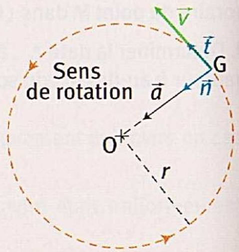
3 Le mouvement circulaire uniforme

Soit un solide de centre d'inertie G en **mouvement circulaire uniforme.**
La vitesse linéaire de G est tangente à la trajectoire : $\vec{v} = v\vec{t}$
avec $v = r\omega =$ constante (mouvement uniforme)
et ω (en rad $\cdot$ s^{-1}) la vitesse angulaire du point G.
Son accélération est normale à la trajectoire :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{r}\vec{n} = r\omega^2\vec{n}.$$

La période de révolution T est égale à :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v}.$$



COURS

Exemple

Le mouvement d'un satellite en orbite circulaire autour de la Terre est uniforme.

4 Loi de gravitation universelle

Un objet A (masse m_A) exerce sur un objet B (masse m_B) situé à la distance $r = AB$ **une force d'attraction gravitationnelle** $\vec{F} = -\frac{G m_A m_B}{r^2}\vec{u}_{AB}$

où $\vec{u}_{AB}$ est un vecteur unitaire dirigé de A vers B.

La constante de gravitation universelle $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ m$^3 \cdot$ kg$^{-1} \cdot$ s^{-2}.

REMARQUE : Cette loi s'applique si la répartition de masse de A et B est à symétrie sphérique, ou si A et B sont de tailles réduites.

5 Mouvement des satellites et des planètes

– La 2^{e} loi de Newton, appliquée au mouvement circulaire d'un objet autour du Soleil ou autour d'une planète donne : $\frac{GM}{r^2} = \frac{v^2}{r}$

où M est la masse du Soleil ou de la planète.

La vitesse de cet objet est donc : $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$. Elle est indépendante de la masse de cet objet.

– Un satellite **géostationnaire** est toujours à la verticale d'un même point de la Terre. Il est donc en orbite équatoriale et effectue un tour en un jour, dans le même sens que la Terre et à une altitude de 36 000 km.

REMARQUE : Un objet dans une station en orbite autour de la Terre a le même mouvement que la station : il semble flotter dans la station. Il est en **impesanteur.** Attention, un objet en impesanteur reste soumis à l'attraction terrestre.

Questions de cours

solution p. 225

a. Rappeler les trois lois de Kepler.

b. Rappeler l'expression de la force de gravitation universelle.

c. La vitesse d'un satellite de la Terre en orbite circulaire dépend-elle de son altitude ? de sa masse ? de la masse de la Terre ?

d. Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ?