

Terminale S Fiche de révision 7

Application des lois de Newton et des lois de Kepler

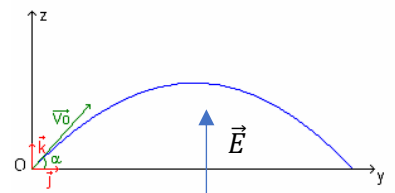
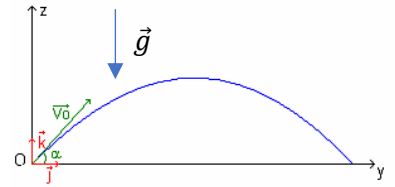
Mouvement dans un champ uniforme

- On définit le système d'étude (considéré comme ponctuel).
- On définit le référentiel d'étude (supposé galiléen).
- On effectue un bilan des forces extérieures appliquées au système.
- On applique la deuxième loi de Newton au système et on obtient :

Dans le champ de pesanteur $\vec{a} = \vec{g}$

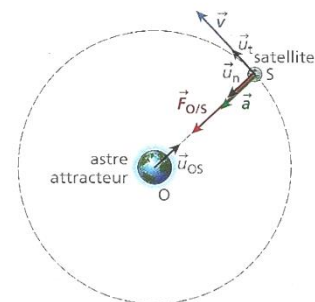
Dans un champ électrostatique uniforme $\vec{a} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m}$

- On détermine le vecteur vitesse en intégrant les composantes du vecteur accélération. On détermine les constantes à l'aide des conditions initiales.
- On détermine le vecteur position en intégrant les composantes du vecteur vitesse. On détermine les constantes à l'aide des conditions initiales.
- Les coordonnées $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ du vecteur position s'appellent les équations horaires du mouvement.
- L'équation de la trajectoire $z=f(y)$ s'obtient en éliminant le temps entre les équations horaires.



Mouvement des satellites et des planètes

- Un satellite S de masse m est en mouvement circulaire autour d'un astre de centre O et de masse M. L'étude est faite dans le référentiel « astrocentrique ».



- La seule force qui s'applique sur le satellite est l'interaction gravitationnelle. On note $r=OS$.

$$\vec{F}_{O/S} = G \frac{m.M}{r^2} \vec{u}_n$$

G est la constante de gravitation universelle $G=6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

- On applique la deuxième loi de Newton au satellite :

$$m.\vec{a} = \vec{F}_{O/S} = G \frac{m.M}{r^2} \vec{u}_n$$

L'accélération du satellite s'écrit donc : $\vec{a} = G \frac{M}{r^2} \vec{u}_n$

Or dans le repère de Frenet, l'accélération s'écrit : $\vec{a} = \frac{dv(t)}{dt} \vec{u}_t + \frac{v^2}{r} \vec{u}_N$

En identifiant membre à membre les deux expressions de l'accélération, on peut écrire :

$$\text{Selon } \vec{u}_t \quad \frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{et selon } \vec{u}_n \quad G \frac{M}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

$$\text{Alors la vitesse est constante et vaut : } v = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$$

- La période de révolution T du satellite est la durée de parcours d'un cercle, de périmètre $2\pi r$ à la vitesse v. Donc $v = \frac{2\pi r}{T}$

$$\text{On en déduit alors la période } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G.M}}$$

Lois de Kepler

- Première loi
Les planètes décrivent autour du Soleil des ellipses dont le Soleil est l'un des foyers.
- Deuxième loi
Le segment de droite reliant le Soleil à la planète balaie des aires égales pendant des durées égales.
- Troisième loi
Le quotient du carré de la période de révolution T de la planète par le cube du demi grand axe orbital a est le même pour toutes les planètes.