



Fiche : Mouvement des satellites et des planètes

FICHE • P10 • TERMINALE

Spécialité de terminale, programme officiel. Cours original rédigé avec une IA. Le cours de ton enseignant fait foi.

Sommaire du cours

L'essentiel	1
Formules et définitions à connaître	2
Pièges à éviter	2
Je me teste	3

L'essentiel

- Deux corps à symétrie sphérique s'attirent avec une force de valeur $F = G \cdot m_A \cdot m_B / d^2$, d étant la distance entre leurs centres.
- Un astre de masse M crée un champ de gravitation radial, dirigé vers son centre, de valeur $g = G \cdot M / r^2$, qui décroît comme $1/r^2$.
- Un satellite de la Terre s'étudie dans le référentiel géocentrique, une planète dans le référentiel héliocentrique, tous deux supposés galiléens.
- Le rayon de l'orbite est $r = R + h$: rayon de l'astre plus altitude.
- Pour une orbite circulaire, la force de gravitation n'a pas de composante tangentielle : le mouvement est uniforme.
- La vitesse sur une orbite circulaire vaut $v = \sqrt{G \cdot M / r}$: elle ne dépend pas de la masse du satellite et diminue quand r augmente.
- L'accélération d'un satellite en orbite circulaire est centripète, de valeur $G \cdot M / r^2$, et n'est jamais nulle.
- La période vaut $T = 2\pi \cdot \sqrt{r^3 / (G \cdot M)}$, et le rapport $T^2 / r^3 = 4\pi^2 / (G \cdot M)$ est le même pour tous les satellites d'un même astre.
- Connaissant le rayon et la période de l'orbite d'un satellite, on calcule la masse de l'astre central : $M = 4\pi^2 \cdot r^3 / (G \cdot T^2)$.
- Un satellite géostationnaire a une orbite circulaire équatoriale, parcourue dans le sens de rotation de la Terre, de période égale au jour sidéral (86 164 s), à environ 35 800 km d'altitude.
- Première loi de Kepler : l'orbite d'une planète est une ellipse dont le Soleil occupe un foyer.
- Deuxième loi de Kepler : le rayon Soleil-planète balaie des aires égales en des durées égales, donc la planète va plus vite au périhélie qu'à l'aphélie.
- Troisième loi de Kepler : T^2 / a^3 est le même pour toutes les planètes d'un même astre, a étant le demi-grand axe.



- Les astronautes en orbite sont en impesanteur parce qu'ils sont en chute libre avec leur vaisseau, pas parce que la gravitation est nulle.

Formules et définitions à connaître

Grandeur	Formule	Unité	Condition de validité
Force de gravitation	$F = G \cdot m_A \cdot m_B / d^2$	N	corps ponctuels ou à symétrie sphérique
Constante de gravitation	$G = 6,67 \times 10^{-11}$	$N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$	
Champ de gravitation	$g = G \cdot M / r^2$	$m \cdot s^{-2}$ (ou $N \cdot kg^{-1}$)	$r \geq$ rayon de l'astre
Relation au sol	$G \cdot MT = g_0 \cdot RT^2$	$m^3 \cdot s^{-2}$	rotation terrestre négligée
Vitesse orbitale	$v = \sqrt{(G \cdot M / r)}$	$m \cdot s^{-1}$	orbite circulaire
Période	$T = 2\pi r / v = 2\pi \cdot \sqrt{(r^3 / (G \cdot M))}$	s	orbite circulaire
Troisième loi de Kepler	$T^2 / a^3 = 4\pi^2 / (G \cdot M)$	$s^2 \cdot m^{-3}$	$a = r$ pour un cercle, demi-grand axe sinon
Masse de l'astre central	$M = 4\pi^2 \cdot r^3 / (G \cdot T^2)$	kg	orbite circulaire
Loi des aires aux extrémités	$r_p \cdot v_p = r_a \cdot v_a$	$m^2 \cdot s^{-1}$	au périhélie et à l'aphélie seulement
Ellipse	$r_p + r_a = 2a$	m	

Pièges à éviter

- Oublier d'ajouter le rayon de l'astre à l'altitude pour obtenir r .
- Laisser T en jours ou en heures dans une formule contenant G .



- Écrire qu'un satellite à vitesse constante n'a pas d'accélération.
- Prendre 24 h au lieu du jour sidéral pour un satellite géostationnaire, ou le placer au-dessus d'un point hors de l'équateur.
- Croire que la vitesse ou la période dépend de la masse du satellite.
- Expliquer l'impesanteur par une gravitation nulle.

Je me teste

1. Expression de la vitesse d'un satellite en orbite circulaire ? $\rightarrow v = \sqrt{G \cdot M / r}$.
2. Le mouvement circulaire d'un satellite est-il uniforme ? $\rightarrow$ Oui, la force n'a pas de composante tangentielle.
3. Si r est multiplié par 4, que devient la période ? $\rightarrow$ Elle est multipliée par 8.
4. Si r est multiplié par 4, que devient la vitesse ? $\rightarrow$ Elle est divisée par 2.
5. Énoncé de la troisième loi de Kepler ? $\rightarrow T^2/a^3$ est le même pour tous les satellites d'un même astre.
6. Où la vitesse d'une planète est-elle maximale ? $\rightarrow$ Au périhélie.
7. Période d'un satellite géostationnaire ? $\rightarrow$ Le jour sidéral, 86 164 s.
8. Altitude de l'orbite géostationnaire ? $\rightarrow$ Environ $3,58 \times 10^4$ km.
9. Comment calculer la masse d'un astre ? $\rightarrow M = 4\pi^2 \cdot r^3 / (G \cdot T^2)$ à partir d'un de ses satellites.
10. Pourquoi les astronautes flottent-ils ? $\rightarrow$ Ils sont en chute libre avec leur vaisseau.