COURS

Mouvement dans un champ : chute, particules chargées, satellites et Kepler

Tle

Programme de terminale générale, enseignement de spécialité — BO spécial n°8 du 25 juillet 2019
Relue le 14 novembre 2026

Un ballon tiré au but, un électron dévié dans un tube, un satellite autour de la Terre : ces mouvements obéissent tous à la **deuxième loi de Newton**. Dans un champ uniforme ou un champ de gravitation, elle permet de prévoir trajectoires et vitesses.

1 La deuxième loi de Newton

RÈGLE

Dans un référentiel galiléen, $\sum \vec{F} = m\vec{a}$. En connaissant les forces, on obtient l'accélération, puis par intégration successive la vitesse et la position (avec les conditions initiales).

2 Mouvement dans un champ uniforme

DÉFINITION

Un projectile soumis à son seul poids a une accélération $\vec{a} = \vec{g}$. Lancé avec une vitesse v_0 faisant un angle α avec l'horizontale : $x(t) = v_0 \cos\alpha\, t$ et $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha\, t$. La trajectoire est une **parabole**.

RÈGLE

Une particule de charge q dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ subit la force $\vec{F} = q\vec{E}$; son mouvement est analogue (accélération ou déviation parabolique).

3 Satellites et lois de Kepler

DÉFINITION

1. Les planètes décrivent des **ellipses** dont le Soleil occupe un foyer. 2. Le rayon vecteur balaie des **aires égales** en des durées égales. 3. $\frac{T^2}{a^3}$ est le même pour toutes les planètes d'un même astre central.

RÈGLE

Pour un satellite en orbite circulaire de rayon r autour d'un astre de masse M : $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ et $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$, d'où $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$.

EXEMPLE

Calcule la vitesse d'un satellite à 7 000 km du centre de la Terre ($GM_T = 4{,}0 \times 10^{14}$ m³·s⁻²).

1. $r = 7{,}0 \times 10^{6}$ m.
2. $v = \sqrt{\frac{4{,}0\times10^{14}}{7{,}0\times10^{6}}}$.
3. $v \approx 7{,}6 \times 10^{3}$ m/s.

Le satellite file à environ 7,6 km/s.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Utiliser l'altitude au lieu du rayon de l'orbite. — Le rayon r se mesure depuis le **centre** de l'astre : $r = R_T + h$.

Le réflexe : Ajouter le rayon terrestre à l'altitude.

ÉTABLIR LES ÉQUATIONS HORAIRES

1. Définir système, référentiel galiléen et repère.
2. Faire le bilan des forces et appliquer la deuxième loi de Newton.
3. Intégrer pour obtenir $\vec{v}(t)$ puis $\vec{OM}(t)$ avec les conditions initiales.
4. Éliminer t pour obtenir l'équation de la trajectoire.

À VÉRIFIER

- Ai-je précisé le référentiel galiléen ?
- Ai-je intégré avec les conditions initiales ?
- Ai-je utilisé $r = R + h$?
- Ai-je vérifié la troisième loi de Kepler ?

À RETENIR

- **2e loi de Newton** : $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ (référentiel galiléen).
- Champ de pesanteur : $\vec{a} = \vec{g}$, trajectoire parabolique ; champ électrique : $\vec{F} = q\vec{E}$.
- **Kepler** : ellipses, aires, T^2/a^3 constant.
- Orbite circulaire : $v = \sqrt{GM/r}$, $T = 2\pi\sqrt{r^3/GM}$, $r = R + h$.