

# Mouvements dans un champ de force central et conservatif

## Plan du cours

### I Champ de force central et conservatif

- I.1 Définition
- I.2 Exemples
- I.3 Conservation du moment cinétique et planéité du mouvement
- I.4 Loi des aires

### II Nature des trajectoires

- II.1 Énergie potentielle effective
- II.2 Quelques mots sur les coniques
- II.3 Nature de la trajectoire pour une interaction newtonienne répulsive
- II.4 Nature des trajectoires pour une interaction newtonienne attractive

### III Attraction gravitationnelle : système solaire et satellites

- III.1 Observations expérimentales et culture générale
- III.2 Étude des trajectoires circulaires
- III.3 Vitesses cosmiques
- III.4 Satellites géostationnaires

## Ce que vous devez savoir et savoir faire

- ▷ Définir une force centrale et savoir qu'elle ne dépend que de  $r$  si elle est conservative.
- ▷ Connaître les caractéristiques d'un champ newtonien (loi de force et énergie potentielle).
- ▷ Établir la conservation du moment cinétique.
- ▷ Connaître les conséquences de la conservation du moment cinétique : mouvement plan et loi des aires.
- ▷ Construire une énergie potentielle effective par analogie avec un problème purement unidimensionnel.
- ▷ Décrire qualitativement le mouvement radial à l'aide de l'énergie potentielle effective.
- ▷ Relier le caractère d'état lié ou d'état de diffusion à la valeur de l'énergie mécanique.
- ▷ Savoir que la trajectoire dans un champ newtonien est une conique.
- ▷ Caractériser une ellipse par son demi-grand axe et son demi-petit axe.
- ▷ Utiliser une représentation polaire ou une équation cartésienne fournie d'une conique pour déterminer ses caractéristiques.
- ▷ Énoncer et exploiter les lois de Kepler pour les planètes et savoir les transposer au cas des satellites terrestres.
- ▷ Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire, montrer que le mouvement est uniforme, calculer sa vitesse et calculer sa période.
- ▷ Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire, établir la troisième loi de Kepler et la généraliser au cas d'une trajectoire elliptique.
- ▷ Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire, établir l'expression de l'énergie mécanique et la généraliser au cas d'une trajectoire elliptique.
- ▷ Savoir définir les vitesses cosmiques (orbite basse et libération) et établir leur expression.
- ▷ Connaître leur ordre de grandeur en dynamique terrestre.
- ▷ Savoir justifier la localisation d'un satellite géostationnaire dans le plan équatorial.
- ▷ Calculer l'altitude de l'orbite géostationnaire.

## Questions de cours pour les colles

- ▷ Dans le cas d'un champ central quelconque, établir la conservation du moment cinétique et ses conséquences (planéité du mouvement et loi des aires).
- ▷ En considérant le champ gravitationnel, construire l'énergie potentielle effective adaptée et l'utiliser pour discuter de la nature des trajectoires en fonction de la valeur de l'énergie mécanique.

- ▷ Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire dans le champ gravitationnel, montrer que le mouvement est uniforme et établir sa vitesse.
- ▷ Dans le cas particulier d'un mouvement circulaire dans le champ gravitationnel, établir la troisième loi de Kepler et la généraliser au cas d'une trajectoire elliptique. L'expression de la vitesse en orbite circulaire pourra être admise ou redémontrée.
- ▷ Définir les deux vitesses cosmiques et établir leur expression. Donner (ou retrouver rapidement) leur ordre de grandeur. L'expression de la vitesse en orbite circulaire pourra être admise ou redémontrée.
- ▷ Déterminer les caractéristiques de l'orbite géostationnaire : plan équatorial et altitude.