

# LPOB13: Forces centrales. Applications.

**Armel JOUAN**

## **Leçons annexes**

- Lois de Kepler
- Gravitation
- Modèle de l'atome

**Niveau : L1**

## **Prérequis**

- Mécanique du point (PFD, TMC, TEC, TEM ...)
- Enoncé des lois de Kepler
- Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène

## **1 Mouvements à force centrale conservative**

### **1.1 Position du problème [1] p.197**

- Définition force centrale
- Définition force conservative comme  $\text{grad}(E_p)$
- Exemples : forces gravitationnelles et coulombiennes.

### **1.2 Conservation du moment cinétique**

- Appliquer le TMC : mouvement plan
- Constante des aires, vitesse aréolaire, loi des aires (animation python)

### 1.3 Conservation de l'énergie

- Application du théorème de l'énergie mécanique
- Expression de l'énergie mécanique
- Introduire énergie potentielle effective : intérêt car son allure renseigne qualitativement sur la nature de la trajectoire.

## 2 Force d'attraction gravitationnelle et satellites terrestres

### 2.1 Types de trajectoires

- Allure de  $E_{p,eff}$
- Différentes trajectoires en fonction de la valeur de  $E_m$
- Faire le lien avec la 1ere loi de Kepler.

### 2.2 Cas d'un mouvement circulaire

- Simplification de l'expression de l'énergie mécanique : arriver à la relation  $E_m = \frac{E_p}{2} = -E_c$
- Calcul de la vitesse de libération (Rayon de Schwarzschild classique, proportion  $H_2/O_2$  dans l'atmosphère terrestre)
- Démo 3e loi de Kepler

### 2.3 Cas d'une trajectoire elliptique ?

- 

### 2.4 Application : mise en orbite d'un satellite

- Calculer la vitesse de circularisation (application à une mise en orbite d'un satellite)
- Energie de satellisation, satellite géostationnaire

### 3 Modèle semi-quantique de Bohr et série de Balmer [3]

- Force coulombienne, expression de l'énergie mécanique pour une trajectoire circulaire
- Pour deux trajectoires  $n$  et  $p$ , donner énergie et moment cinétique, exprimer  $E_p - E_n$  en fonction de  $L_p$  et  $L_n$ .
- Condition de quantification du moment cinétique
- Retrouver la loi expérimentale ainsi que la valeur de la constante de Rydberg  $R_H$ .

### Bibliographie : démonstrations et exemples

- 1 Pérez, Mécanique, chap 12
- 2 BFR Mécanique, chap 10 et 11
- 3 Cours de sup

### Manipulations, ressources

Animations (<https://www.sci-phy.org/agreg>) :

- Loi des aires (2e loi de Kepler)
- 3e loi de Kepler
- Graphe de l'énergie potentielle effective

### Notions annexes sur lesquelles se refaire une petite culture

- Différents modèles de l'atome d'hydrogène (classique, semi-classique, traitement quantique)
- Cas du problème à deux corps, référentiel du centre de masse
- Cas elliptique : démonstration