

# Physique - Quatrième partie : Mécanique

## Introduction : Historique

## Chapitre 1 : Cinématique du point

### I. Repères et référentiels

1. Solide et point matériel
2. Relativité du mouvement
3. Repère spatial, repère de temps

### II. Repérage de la position dans le plan

1. Rappels mathématiques
2. Projection cartésienne
3. Projection polaire

### III. Vitesse dans le plan

1. Déplacement élémentaire et vitesse
2. Projection cartésienne
3. Projection polaire
4. Dérivation de la base polaire

### IV. Accélération dans le plan

1. Projection cartésienne
2. Projection polaire
3. Mouvement accéléré/décéléré

### V. Cinématique dans l'espace

1. Projection cartésienne
2. Projection cylindrique
3. Projection sphérique

### VI. Étude de mouvements usuels

1. Mouvement rectiligne uniforme
2. Mouvement à vecteur accélération constant
3. Mouvement circulaire uniforme
4. Mouvement circulaire non nécessairement uniforme

## Chapitre 2 : Dynamique du point en référentiel galiléen

### I. Système étudié

1. Masse inertielle
2. Quantité de mouvement

## II. Forces

1. Définition
2. Interactions fondamentales
3. Forces à distance
  - (a) Interaction gravitationnelle
  - (b) Poids
  - (c) Interaction électromagnétique
4. Forces de contact
  - (a) Tension d'un fil : modèle inélastique/plastique
  - (b) Tension d'un ressort : modèle élastique
  - (c) Réaction d'un support : loi de Coulomb
  - (d) Forces de frottement fluide
  - (e) Poussée d'Archimède

## III. Les trois lois de Newton

1. Première loi de Newton : Principe d'inertie
2. Deuxième loi de Newton : Principe Fondamental de la Dynamique
3. Troisième loi de Newton : Principe des actions réciproques
4. Limites de la mécanique classique

## IV. Étude de mouvements usuels

1. Méthode de résolution
2. Chute libre sans frottement
3. Chute libre avec frottement
4. Oscillateur harmonique en régime libre
5. Oscillateur harmonique en régime forcé
6. Pendule pesant

# Chapitre 3 : Aspects énergétiques de la dynamique du point

## I. Puissance et travail d'une force

1. Puissance d'une force
2. Travail élémentaire d'une force
3. Travail d'une force
4. Exemples
  - (a) Poids
  - (b) Frottements solides

## II. Énergie cinétique

1. Expression
2. Théorème de l'énergie cinétique (TEC)
3. Exemple de résolution

## III. Énergie potentielle

1. Force conservative
2. Champ de pesanteur uniforme
3. Champ de pesanteur non uniforme
4. Force de rappel élastique

#### IV. Énergie mécanique

1. Théorème de l'énergie mécanique
2. Intégrale première du mouvement
3. Exemple de résolution

#### V. Représentation graphique de l'énergie

1. Graphe d'énergie potentielle et utilisation
2. Équilibre mécanique et stabilité
3. Lien avec la force
4. Mouvement dans un puits de potentiel harmonique
5. Mouvement dans un puits de potentiel non harmonique
6. Barrière de potentiel

### Chapitre 4 : Mouvement de particules chargées dans un champ électromagnétique uniforme

#### I. Force de Lorentz

1. Champ électrique, champ magnétique
2. Produit vectoriel
3. Expression de la force
4. Puissance
5. Ordre de grandeur

#### II. Mouvement dans un champ électrique uniforme

1. Mise en équation et trajectoire
2. Énergie potentielle et potentiel électrique
3. Bilan énergétique

#### III. Mouvement dans un champ magnétique uniforme

1. Description du mouvement
2. Cas d'une vitesse initiale orthogonale à  $B$
3. Cas général

#### IV. Exemples d'applications

1. Tube cathodique
2. Cyclotron

### Chapitre 5 : Théorème du moment cinétique

#### I. Moment d'une force

1. Exemple et nécessité d'une nouvelle grandeur
2. Expression du moment
3. Bras de levier
4. Moment scalaire par rapport à un axe

## II. Moment cinétique

1. Définition
2. Moment scalaire par rapport à un axe
3. Expression en coordonnées polaires

## III. Théorème du moment cinétique

1. TMC par rapport à un point fixe
2. TMC scalaire par rapport à un axe fixe
3. Conservation du moment cinétique

# Chapitre 6 : Mouvements dans un champ de force centrale conservatif

## I. Champ de force centrale conservatif

1. Définition et exemples
2. Conservation du moment cinétique et planéité
3. Loi des aires
4. Énergie potentielle effective
5. État de diffusion/état lié

## II. Mouvement dans un champ newtonien

1. Champ newtonien
2. Énergie potentielle effective et type de trajectoire
3. Énergie mécanique des états liés

## III. Mouvement des planètes et satellites

1. Cas des trajectoires circulaires
2. Relation période-rayon
3. Lois de Kepler
4. Satellite géostationnaire
5. Vitesses cosmiques

# Chapitre 7 : Mécanique du solide

## I. Cinématique du solide

1. Définition et repérage
2. Mouvement de translation et de rotation
3. Centre de masse
4. Quantité de mouvement
5. Moment cinétique
6. Énergie cinétique
7. Compléments : Théorèmes de Koenig

## II. Dynamique du solide

1. Forces intérieures, forces extérieures
2. Moment des forces intérieures
3. Puissance des forces intérieures
4. Théorème de la résultante cinétique/de la quantité de mouvement
5. Théorème du moment cinétique
6. Théorèmes énergétiques

## Chapitre 8 : Solide en rotation autour d'un axe fixe

### I. Théorème du moment cinétique

1. Moment cinétique et moment d'inertie
2. TMC par rapport à l'axe de rotation

### II. Application aux dispositifs en rotation

1. Couple
2. Liaison pivot
3. Pendule de torsion
  - (a) Position du problème
  - (b) Équation horaire du mouvement
  - (c) Intégrale première du mouvement

### III. Aspects énergétiques

1. Énergie cinétique
2. Puissance d'une force, d'un couple
3. Lien avec les TEC, TMC

### IV. Cas des systèmes déformables

1. Exemple du tabouret d'inertie
2. Conservation du moment cinétique
3. Variation de l'énergie cinétique

## Historique

- Antiquité : Hipparque, observations astronomiques
- Antiquité : Aristote, idée d'une science « physique », système géocentrique
- Vers -250 : **Archimède**, mécanique statique, centre de gravité, *principe d'Archimède*
- II<sup>e</sup> : **Ptolémée**, système géocentrique
- 1514 : Nicolas **Copernic**, système héliocentrique
- 1596 : Johannes **Kepler**, mouvement des planètes
- 1610 : Kepler et Galilée, confirmation du système héliocentrique
- 1632 : **Galilée**, *relativité galiléenne*, principe d'inertie
- 1687 : Isaac **Newton**, base de la *mécanique newtonienne*, gravitation universelle
- XVIII<sup>e</sup> : Leonhard **Euler**, Louis-Joseph **Lagrange**, Jean le Rond **d'Alembert**, Pierre-Simon **Laplace**, développements mathématiques
- 1905 : Albert **Einstein** (et Hendrik Antoon **Lorentz**), *mécanique relativiste* (relativité restreinte en 1905, générale en 1915)
- XX<sup>e</sup> : Louis **de Broglie**, Erwin **Schrödinger**, Werner **Heisenberg**, Paul **Dirac**... *mécanique quantique*