

Présentation pédagogique

Le but de cette UE est de faire découvrir les concepts fondamentaux de la mécanique quantique et d'apprendre à manipuler le formalisme de Dirac permettant ensuite d'aborder les premiers grands chapitres du sujet. Après un rappel historique posant le contexte, nous abordons la mécanique ondulatoire, le formalisme de Dirac, le spin et les systèmes à deux niveaux, l'oscillateur harmonique et la théorie générale du moment cinétique). Il s'agit d'une UE d'un niveau exigeant à destination des étudiants du SPRINT et DM/PM. Le cours s'arrête à la théorie générale du moment cinétique. La suite est donnée dans le cours "physique quantique 2" au second semestre de la même année.

Prérequis

Physique : connaissance des bases de la mécanique classique (électromagnétisme, optique, moment cinétique, oscillateur harmonique). Des notions de mécanique analytique ne sont pas obligatoires mais sont bienvenues.
Mathématiques : équations aux dérivées partielles, algèbre linéaire (espaces vectoriels, applications linéaires, matrices, déterminants, diagonalisation), notions de base de probabilités.

Thèmes abordés

- **Introduction** : historique et contexte, quantas, relations Planck-Einstein, dualité onde-corpuscule, relations de Broglie, fonction d'onde et équation de Schrödinger, paquet d'ondes, états stationnaires.
- **Formalisme** : espace des fonctions d'onde, formalisme de Dirac, observables, opérateurs position et impulsion, produit tensoriel d'espaces d'états.
- **Les postulats** : énoncé des postulats, interprétation, quantification, mesure, compatibilité des observables,
- **Spin 1/2 et systèmes à deux niveaux** : expérience de Stern et Gerlach, évolution du spin dans un champ magnétique, étude des systèmes à deux niveaux.
- **Oscillateur harmonique** : rappels classiques, hamiltonien, spectre, états propres, fonctions d'onde, discussion physique.
- **Théorie générale du moment cinétique** : moment orbital, relations de commutation, théorie générale, harmoniques sphériques.

Acquis attendus à l'issue de l'UE

- Comprendre les fondamentaux de la physique quantique. Maîtriser le formalisme de Dirac.
- Savoir résoudre des problèmes classiques concernant les différents sujets abordés dans l'UE.

Organisation pédagogique

L'organisation est très classique, mais à un rythme soutenu, avec un cours qui présente l'essentiel des nouveaux concepts et le formalisme théorique, suivis de TD qui permettent la mise en application sous la forme d'exercices adaptés à chaque chapitre du cours.

Ouvrages de référence

Mécanique Quantique », Tomes I et II (principalement le Tome I pour ce cours de S5), C. Cohen-Tannouddji, B. Diu, F. Laloë ; Editions Hermann

Modern Quantum Mechanics », *second edition*, J.J. Sakurai, Jim Napolitano, Editions Addison-Wesley.

Physique Quantique, Michel Le Bellac, Editions EDP Sciences.

Mécanique Quantique, Feynman, Leighton, Sands, Editions InterEditions.

Introduction de Quantum Mechanics, *second edition*, David J. Griffiths, Editions Pearson.

Quantique, rudiments, Jean-Marc Levy-Leblond, Françoise Balibar, Editions Masson.

Quantum Mechanics (en français ou en anglais), J.-L. Basdevant, J. Dalibard, Editions Springer.

Informations pratiques

Crédits

6 ECTS

Période d'enseignement :

1er semestre de L2 (S3).

Enseignement à distance :

Non

Enseignement en présentiel :

Oui

Volume horaire :

CM : 24h

TD : 24h

Travail personnel de l'étudiant : 50h

Contact

Jérôme TIGNON