

# 3P001 – MECANIQUE QUANTIQUE

**Responsable de l'UE :** *Emily LAMOUR*

*Institut des Nanosciences de Paris*

[emily.lamour@sorbonne-universite.fr](mailto:emily.lamour@sorbonne-universite.fr)

**Thibaut JACQMIN**

*Laboratoire Kastler Brossel*

[thibaut.jacqmin@lkb.sorbonne-universite.fr](mailto:thibaut.jacqmin@lkb.sorbonne-universite.fr)

## 1. Descriptif de l'UE

*Volumes horaires globaux : Cours 28 h - TD 24 h - TP 8h*

*Nombre de crédits de l'UE : 6 ECTS*

*Mention : Physique*

*Période où l'enseignement est proposé : 1<sup>ère</sup> période (S5)*

*Pré-requis : Quanta et relativité – Outils mathématiques*

*UE substituable : aucune*

## 2. Présentation pédagogique de l'UE

### a) Thèmes abordés

- Fonction d'onde et équation de Schrödinger, paquets d'onde, particule soumise à un potentiel (effet tunnel), quantification de l'énergie, puits simple et double (cas de la molécule d'ammoniac), oscillateur harmonique.
- Espace de Hilbert et notations de Dirac, vecteur d'état, opérateurs, projecteurs et relations de fermeture, théorème spectral, principes de la mécanique quantique, mesure des grandeurs physiques : résultats possibles et probabilités, réduction du paquet d'onde, système à deux états.
- Théorème d'Ehrenfest, base commune à deux observables qui commutent ; Ensemble complet d'observables qui commutent (E.C.O.C.), Commutation et relation d'inégalité d'Heisenberg généralisée
- Bases continues : représentation position et impulsion
- Oscillateur harmonique avec le formalisme de Dirac
- Moment magnétique orbital de l'électron, expérience de Stern et Gerlach, appareils de Stern et Gerlach successifs, mesures de spin, probabilités, valeurs moyennes
- Opérateur rotation, Résonnance Magnétique Nucléaire
- Quantification du moment cinétique : moment cinétique orbital, énergie de rotation d'une molécule diatomique, harmoniques sphériques
- Information quantique, portes quantiques et notions sur la cryptographie quantique
- Etat d'une particule dans un potentiel central : l'atome d'hydrogène

### b) Acquis attendus

- Savoir faire le lien entre mécanique ondulatoire et formalisme de Dirac
- Comprendre les principes de la mécanique quantique et plus particulièrement le principe d'une mesure
- Connaitre la définition d'un espace de Hilbert
- Connaitre l'expérience de Stern et Gerlach, l'effet tunnel, l'oscillateur harmonique
- Connaitre le lien entre moment cinétique et opérateur de rotation
- Savoir donner les grandes lignes de la résolution d'une particule dans un potentiel central

### c) Ouvrages de référence

Notes/slides de cours

*Mécanique quantique*, J.-L. Basdevant et J. Dalibard, Editions de l'Ecole Polytechnique *Mécanique Quantique*, Claude Cohen-Tannoudji, Bernard Diu, Franck Laloé (Hermann)

### d) Modalité d'évaluation

Contrôle continu (60 pts) ; Examen écrit (40 pts) ; système de points de bonification en fonction du travail personnel sur la plateforme Moodle (QCMs, devoirs maisons, visionnage de vidéos, forum,...).