

MICRO-444

La science quantique : une vision singulière

Besse Pierre-André

Cursus	Sem.	Type
Microtechnique	BA6, MA2, MA4	Opt.

Langue d'enseignement	français
Crédits	3
Session	Eté
Semestre	Printemps
Examen	Oral
Charge	90h
Semaines	14
Heures	3 hebdo
Cours	3 hebdo
Nombre de places	

Résumé

Les étudiants comprennent les caractéristiques de la science quantique. Ils en maîtrisent le formalisme et l'appliquent dans les systèmes de base: puits, fils et boîtes quantiques, qubits.

Contenu

- **Photons:** Planck, Equation d'onde, propagation d'un paquet d'onde.
- **Electrons:** De Broglie, fonction d'onde, opérateurs, équation de Schroedinger.
- **Formalisme I:** Braket, mesures singulières et projecteurs, moyenne.
- **Propagation d'ondes:** réflexion, effet tunnel, puits de potentiels isolés et couplés.
- **Hétérostructures:** potentiels périodiques, bandes, HEMT, quantum wells wires et dots, quantum cascade laser, QWIP.
- **Densité d'état et statistiques d'occupation:** 3D, 2D, 1D, 0D, Boltzmann, Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Poisson.
- **Applications:** corps noir, vitesse dans les gaz, concentration de porteurs dans les semiconducteurs et dans les métaux.
- **Formalisme II:** Produits tensoriels, matrice densité, commutateurs, représentation d'Heisenberg, propagateur, incertitudes.
- **Oscillateurs harmoniques quantiques:** oscillateur mécanique, opérateurs d'échelle a^+ a^- , Résonateurs LC.
- **Qubits:** sphère de Bloch, paires intriquées.
- **Qubits optiques:** matrices de Pauli et polarisation, paire de qubits intriqués, cryprographie et téléportation quantique
- **Coupleurs:** jonctions de Josephson, couplage qubit/résonateur.
- **Qubits supraconducteurs:** squid, transmons isolés et couplés, mesures non-demolition
- **Spin:** NMR, IRM, spin qubits

Mots-clés

Schroedinger, puits de potentiels, qubits, quantum wells, Pauli

Compétences requises**Cours prérequis indicatifs**

Physique générale I,II et III
Algèbre linéaire

Concepts importants à maîtriser

matrices, Hamiltonien, Transformées de Fourier, propagation d'onde optique.

Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de:

- Modéliser la dualité onde-particule
- Résoudre les équations d'ondes des particules quantiques
- Utiliser le formalisme quantique dans les expériences de base
- Expliquer le fonctionnement des qubits et des structures quantiques
- Modéliser les composants à puits quantiques
- Résoudre rapidement et efficacement les problèmes liés à la science quantique

Compétences transversales

- Dialoguer avec des professionnels d'autres disciplines.
- Faire preuve d'esprit critique
- Auto-évaluer son niveau de compétence acquise et planifier ses prochains objectifs d'apprentissage.

Méthode d'enseignement

cours ex-cathedra avec exercices inclus dans le cours

Travail attendu

Participation régulière au cours

Approfondissement des concepts par travail personnel

Résolution des exercices en travail personnel avant la séance

Méthode d'évaluation

Examen oral en session d'examen avec 15 minutes de préparation et 15 minutes de discussion avec l'enseignant et l'observateur (100% de la note finale)

Encadrement

Office hours Oui

Ressources**Bibliographie**

Claude Cohen-Tannoudji «Mécanique Quantique I, II, III», disponible par e-book
Léonard Susskind, Art Friedman «Mécanique quantique, le minimum théorique»

Ressources en bibliothèque

- [Comprendre l'IRM / Kastler, Vetter](#)
- [Mécanique quantique, le minimum théorique / Susskind, Friedman](#)
- [Mécanique Quantique I, II, III / Cohen-Tannoudji](#)

Liens Moodle

- <https://go.epfl.ch/MICRO-444>

Préparation pour

