

2EL1920 - Physique quantique et Statistique Avancée

Responsables : **Jean-Michel GILLET**

Département de rattachement : **DÉPARTEMENT PHYSIQUE**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Type de cours : **Electif 2A**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

Catégorie d'électif : **Sciences fondamentales**

Niveau avancé : **oui**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Ce cours est à la fois la continuité du cours de première année et son complément.

Il permet ainsi de revenir sur certains aspects qui, faute de temps, ont été parcourus de manière trop superficielle pour une véritable utilisation et d'accroître sa familiarité avec les concepts de base. Ce sera l'occasion de traiter de la physique statistique des systèmes ouverts (grand canonique) et des statistiques quantiques (bosons et fermions). Des liens seront établis avec les bases de la mécanique Hamiltonienne (et Lagrangienne). Le cours a aussi pour but d'offrir un prolongement vers la physique quantique des atomes et des molécules. Une séance dédiée à l'intrication quantique est prévue.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG6

Prérequis :

Le prérequis est :

Cours Physique Quantique et Statistique de première année.

Plan détaillé du cours (contenu) :

Dans le désordre, nous aborderons une sélection de sujets parmi lesquels (de manière non contractuelle):

Rudiments de mécanique Lagrangienne et Hamiltonienne

Compléments sur l'oscillateur harmonique quantique

Compléments sur le moment cinétique

Physique statistique des systèmes ouverts

Statistiques quantiques

Fermions

Bosons

Structure fine et hyperfine de l'atome

Théorème variationnel

Retour sur l'atome à N électrons
Aspects de la physique quantique moléculaire
Le phénomène d'intrication et les inégalités de Bell

Déroulement, organisation du cours :

Cours magistraux, travaux dirigés, lectures et projet informatique
8 cours
1 séminaire (3h).
9 TD ou TP

Organisation de l'évaluation :

L'évaluation se fait au moyen de 2 volets :

- Une épreuve écrite (1h30) dont les questions portent potentiellement sur l'ensemble du programme et qui permet en particulier d'évaluer les connaissances, la maîtrise des méthodes énoncées plus haut et les compétences associées..

La compétence C1, jalon 2 sera testée au travers du projet numérique et d'une question associée lors de l'examen final.

Moyens :

L'équipe enseignante est composée de: F. Bruneval, M. Ayouz, E. Klein, J-M Gillet

- Nombre maximum d'élèves: 100

- Utilisation de codes sous : Python et GAMESS

- Les locaux seront constitués de: petit amphi pour cours magistral, 2 salles de TD

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A la fin du cours, l'étudiant sera capable de :

- justifier la structure des premières lignes du tableau périodique et les mécanismes de liaisons
- décider de la nécessité d'une approche quantique sur des problèmes dépendant de la température.
- différencier un comportement fermionique de celui adopté par des bosons. Il pourra alors justifier des différentes composantes intervenant dans les fonctions réponses telles que la chaleur spécifique, en particulier à basse température.
- proposer une méthode de modélisation quantique de quelques propriétés importantes d'un gaz moléculaire idéal mais connaîtra des moyens de prendre en compte certaines interactions.

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

The skills targeted are

C1.2 (milestone 1 or 2): Study a problem as a whole, the situation as a whole. Identify, formulate and analyse a problem in its scientific, economic and human dimensions

and C1.3 (milestone 1): Solve the problem with approximation, simulation and experimentation

Competences are tested by means of the numerical project and an associated question during the final exam

Bibliographie :

Le livre de référence est "Application-Driven Quantum and Statistical Physics" (Vol. 1, 2 et 3, World

Scientific). Des références additionnelles seront être données. Aucun polycopié n'est fourni.