

Objectifs

Cette UE apporte aux étudiants une formation générale en physique statistique. Elle reprend les fondements de la démarche statistique pour arriver aux statistiques quantiques. Elle s'adresse aux étudiants souhaitant suivre une filière recherche de la mention de master, aux personnes souhaitant compléter leur formation, pour des raisons personnelles ou professionnelles.

Compétences attendues à la fin de l'UE :

Savoir résoudre des problèmes utilisant les outils de la physique statistique classique ou quantique, dans les cas où la fonction de partition se factorise aisément ou lorsqu'une approximation standard est faisable.

Savoir calculer les grandeurs macroscopiques comme l'énergie, l'entropie, la température, les coefficients calorimétriques, l'aimantation.

Thèmes abordés / Notions et contenus

Description statistique : micro et macro-états, description classique (espace des phases) et quantique, ensemble et entropie statistiques.

Ensemble microcanonique : postulat, entropie microcanonique, dénombrements, applications simples, loi de fluctuations d'une variable interne.

Ensemble canonique : fonction de partition, factorisation, énergie libre, particules discernables et indiscernables, équipartition.

Application de l'ensemble canonique : ensemble de spins ou d'oscillateurs, gaz parfait, distribution de Maxwell-Boltzmann.

Gaz parfaits classiques : gaz monoatomique, gaz diatomiques.

Gaz réels : modèle, fonction de corrélation, développement du viriel, équation de Van der Waals.

Transitions de phase : classification (Ehrenfest, Landau), exemple de la transition para-ferro, modèle d'Ising, modèle de champ moyen.

Ensemble grand canonique : grande fonction de partition, grand potentiel, applications.

Gaz parfait quantiques : indiscernabilité, factorisation de la grande fonction de partition.

Gaz de fermions libres : développement de Sommerfeld, application aux électrons d'un métal, semiconducteurs, naines blanches.

Gaz de bosons libres : condensation de Bose-Einstein, hélium IV.

Les phonons : modes de vibration d'un solide, modèle de Debye.

Les photons : rayonnement du corps noir, loi de Planck.

Prérequis

Niveau de la licence de physique (L3) ou équivalent, en particulier en thermodynamique, théorie cinétique des gaz, mécanique classique et quantique, avec des notions simples de combinatoire et de probabilité.

Ouvrages de référence

Un polycopié complet et détaillé est disponible. Pour chaque chapitre, des exercices corrigés sont également disponibles. Les ouvrages de référence standards en français sont :

- B. Diu et al., *Physique statistique*, Hermann
- L. Couture et al., *Physique statistique*, Ellipses
- W. Greiner et al., *Thermodynamique et mécanique statistique*, Springer
- N. Sator et al., *Physique statistique*, Vuibert

Informations pratiques

Crédits

9 ECTS

Modalités d'enseignement

L'UE est enseignée à distance au premier semestre. Un planning conseillé est distribué.

Modalités d'évaluation

- au cours du semestre, trois devoirs "à la maison", de moyenne DM ;
- en première session, une épreuve écrite, de note E1

La note finale de l'UE est $N = \sup(E1 ; 0,7 * E1 + 0,3 * DM)$

En seconde session, une épreuve écrite E2 remplace la note E1 dans la formule précédente.

Responsable de l'UE

Thierry Hocquet

Courriel : thierry.hocquet@sorbonne-universite.fr