

Statistical physics and plasma physics

Titulaire

Yves LOUIS (Coordonnateur)

Mnémonique du cours

PHYS-H411

Crédits ECTS

5 crédits

Langue(s) d'enseignement

Anglais

Période du cours

Année académique

Campus

Solbosch

Contenu du cours

Ensembles statistiques, systèmes idéaux à l'équilibre, systèmes en interaction à l'équilibre, transitions de phases, mouvement brownien, processus stochastiques.

Ecrans de Debye, Mouvements à une particule, Principales dérivées du centre-guide, Miroirs magnétiques, Invariants adiabatiques, Description magnétohydrodynamique d'un plasma, Propagation d'ondes dans un plasma, Coupures et résonances, Diffusion dans les plasmas peu ou totalement ionisés, Equilibre et stabilité, Etude de l'amortissement de Landau par la théorie cinétique, Chauffage cyclotronique, Force pondéromotrice et auto-focalisation d'un faisceau laser.

Objectifs (et/ou acquis d'apprentissages spécifiques)

Faire le lien entre la dynamique microscopique des constituants de la matière et ses propriétés macroscopiques et thermodynamiques. Acquérir de façon progressive les notions de base relatives aux plasmas naturels et aux plasmas rencontrés en fusion thermonucléaire contrôlée.

- Etre capable de décrire un système macroscopique de particules classiques par le formalisme de la fonction de distribution dans l'espace des phases appliqué aux ensembles de Gibbs microcanonique, canonique et grand canonique.
- Appliquer ce formalisme à l'étude de systèmes idéaux à l'équilibre tels que les gaz parfaits, les solides idéaux et les systèmes quantiques idéaux.
- Appliquer ce formalisme à l'étude de systèmes en interaction à l'équilibre tels que les gaz réels et les milieux ferromagnétiques.
- Maîtriser plusieurs méthodes mathématiques utilisées pour suivre l'évolution de la fonction de distribution dans l'espace

des phases d'un système hors d'équilibre, telles que l'équation de Liouville, la hiérarchie BBGKY, l'équation de Vlassov et l'équation de Boltzmann.

- Etre capable, en partant des propriétés spécifiques d'un processus stochastique markovien, de déduire l'équation maîtresse qui régit l'évolution temporelle de la probabilité de transition de celui-ci. Appliquer cette technique à l'étude du mouvement brownien basée sur l'équation de Langevin afin d'établir l'équation de Fokker-Planck. Compléter cette description en effectuant l'analyse harmonique du modèle de Langevin.
- Etre capable de décrire les mouvements d'une particule chargée plongée dans divers champs électromagnétiques de complexités croissantes.
- Maîtriser les équations qui décrivent un plasma comme un mélange de fluides (magnétohydrodynamique).
- Combiner les équations de la magnétohydrodynamique et les équations de Maxwell afin de décrire la propagation des oscillations électrostatiques et des ondes électromagnétiques dans un plasma.
- Utiliser ces équations pour quantifier le phénomène de diffusion dans un plasma et pour aborder les problèmes d'équilibre et de stabilité de celui-ci.
- Maîtriser les équations de la théorie cinétique afin de compléter la description obtenue par la magnétohydrodynamique.
- Utiliser la théorie cinétique pour appréhender l'amortissement non-collisionnel d'une onde dans un plasma (amortissement de Landau).

Méthodes d'enseignement et activités d'apprentissages

Cours ex cathedra + exercices dirigés. En cas d'aggravation de la situation sanitaire liée au COVID19, il est possible que le cours théorique et les exercices doivent être enseignés à distance via des vidéos disponibles sur l'U.V.

Contribution au profil d'enseignement

Mobiliser un large spectre de connaissances dans le domaine des sciences et techniques.

Références, bibliographie et lectures recommandées

"Physique statistique Introduction", C. Ngô et H. Ngô, DUNOD;
"Physique statistique hors d'équilibre", N. Pottier, EDP Sciences / CNRS Editions; "Introduction to plasma physics and controlled fusion", Francis F. Chen, Plenum Press.

Support(s) de cours

Syllabus et Université virtuelle

Autres renseignements

Lieu(x) d'enseignement

Solbosch

Contact(s)

Localisation: Campus du Solbosch, Bât. C, 4ème niveau, local C4.320 - Mail: yves.louis@ulb.be - Tél: 02 650 28 22

Méthode(s) d'évaluation

Autre

Méthode(s) d'évaluation (complément)

Examen oral portant sur la théorie et sur les exercices de physique statistique organisé à la fin du premier quadrimestre auquel est attribué la note N1.

Examen oral portant sur la théorie et sur les exercices de physique des plasmas organisé à la fin du deuxième quadrimestre auquel est attribué la note N2.

Si les conditions sanitaires rendent impossible la tenue d'un examen oral, celui-ci sera remplacé par un examen écrit à distance.

Construction de la note (en ce compris, la pondération des notes partielles)

La note finale du cours est la moyenne $(N1+N2)/2$.

Langue(s) d'évaluation principale(s)

Anglais

Autre(s) langue(s) d'évaluation éventuelle(s)

Français

Programmes

Programmes proposant ce cours à l'école polytechnique de Bruxelles

MA-IRPH | **Master : ingénieur civil physicien** | finalité Spécialisée/
bloc 1

