

Master 2
Spécialité:
Concepts Fondamentaux de la Physique

Cours de premier semestre

Physique statistique

approches statistiques de la matière condensée

Olivier Bénichou (LPTMC, Paris 6)
benichou@lptmc.jussieu.fr

Christophe Texier (LPTMS, Paris 11)
christophe.texier@lptms.u-psud.fr

Emmanuel Trizac (LPTMS, Paris 11)
trizac@lptms.u-psud.fr

Résumé:

La première moitié du cours (E. Trizac) est commune aux parcours physique quantique et physique des liquides. L'objectif est de présenter les fondements de la mécanique statistique hors de l'équilibre. Le lien fondamental entre fluctuations et dissipation est mis au jour sur l'exemple de l'équation de Langevin, dont le sens physique est discuté. Ce cadre de travail est ensuite élargi pour présenter une vue d'ensemble sur les processus stochastiques, et pour aborder les processus irréversibles (sous l'angle macroscopique d'une part, par la théorie cinétique et l'équation de Boltzmann d'autre part). Pour la seconde moitié, on choisira entre

- le cours de C. Texier consacré aux aspects quantiques (réponse linéaire, application du formalisme aux problèmes de dissipation quantique puis de transport électronique dans les métaux)
- le cours d'O. Bénichou qui développera la théorie des transitions de phase, et de la réponse linéaire (corrélations spatio-temporelles dans les fluides et modes hydrodynamiques).

Plan du cours :

Première partie (E. Trizac)

- 1) L'approche de Langevin pour le mouvement Brownien**
- 2) Les processus stochastiques classiques**
- 3) Processus irréversibles : approche macroscopique pour les systèmes faiblement hors d'équilibre**
- 4) Processus irréversibles : éléments de théorie cinétique**

Seconde partie (C. Texier)

- 1) Introduction aux fonctions de corrélation et fonctions de réponse, causalité et relation de dispersion
- 2) Théorie de la réponse linéaire, théorème fluctuation-dissipation
- 3) Modèles de dissipation quantique, équation de Langevin quantique
- 4) Transport électronique dans les métaux

Seconde partie (O. Bénichou)

- 1) Transitions de phase : théories de champ moyen, théorie de Landau
- 2) Transitions de phases : effet des fluctuations
- 3) Marches aléatoires, polymères, renormalisation
- 4) Théorie de la réponse linéaire, modes hydrodynamiques

Prérequis : mécanique statistique à l'équilibre (les différents ensembles, statistiques classiques et quantiques, opérateur densité, équation de Liouville,...) ; notions de base sur les probabilités : lois d'usage courant, probabilités conditionnelles, moments, fonction génératrice, théorème de la limite centrale.

Références :

R. Balian, *Du microscopique au macroscopique*, cours de physique statistique de l'École polytechnique, Ellipses (1997).

B. Diu, C. Guthman, D. Lederer & B. Roulet, *Physique statistique*, Hermann (1989).

Suggestion d'ouvrages :

Physique statistique hors d'équilibre :

R. Kubo, M. Toda & N. Hashitsume, *Statistical physics II: non-equilibrium statistical mechanics*, Springer-Verlag, (1992).

N. Pottier, *Physique Statistique hors d'équilibre*, CNRS Editions, EDP Sciences, (2007).

Physique du solide :

N. W. Ashcroft & N. D. Mermin, *Solid State Physics*, Saunders college (1976).

J. M. Ziman, *Principles of the theory of solids*, Cambridge University Press, (1972).

Processus stochastiques :

C. W. Gardiner, *Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences*, Springer, (1989).

N. G. van Kampen, *Stochastic processes in physics and chemistry*, North-Holland, (1992).