Proposition d'un stage M2

Sujet: Théorie des matrices aléatoires pour la localisation d'Anderson

Laboratoire d'accueil : Laboratoire de Physique et Modélisatiodes Milieux Condensés (LPMMC)

Encadrant : Sergey Skipetrov

Contact : http://lpmmc.cnrs.fr/skipetrov
Sergey.Skipetrov@lpmmc.cnrs.fr, (+33) 4 76 88 74 97

Résumé :

La théorie des matrices aléatoires est un outil puissant de la physique théorique [1]. Elle a été employée avec succès pour comprendre les spectres des noyaux complexes en physique nucléaire, le transport électronique à travers des systèmes complexes en physique du solide, et le « chaos quantique » dans les billards de forme irrégulière en physique des ondes [2]. Cette théorie trouve également des applications au-delà du domaine de la physique, en théorie des marchés financiers [3], par exemple. Nous proposons d'appliquer la théorie des matrices aléatoires à l'étude de la localisation d'Anderson de la lumière et des ondes acoustiques ou élastiques.

La localisation d'Anderson est un phénomène de blocage de transport ondulatoire (électronique, optique, ou autre) à travers un système désordonné dû aux interférences destructives des ondes diffusées par le désordre. Prédit tout d'abord pour les électrons dans les solides désordonnés [4], la localisation d'Anderson est maintenant en cours d'étude pour d'autres types d'ondes (lumière, son, etc.) [5], ainsi que pour les atomes froids dans les potentiels optiques [6]. Elle se caractérise par une transition abrupte (transition de phase quantique à température nulle) entre un régime de transport diffusif et un arrêt complet du transport (transition métal-isolant pour les métaux) à un désordre suffisamment fort.

Notre approche **théorique** consiste à considérer une matrice aléatoire G dont l'élément G_{ij} décrit la propagation d'une onde entre les impuretés i et j parmi $N >> 1$ impuretés dans le milieu. Cette matrice $N \times N$ peut être analysée numériquement mais le but final est de développer une approche analytique, même approximative, qui permettrait de décrire le spectre des valeurs propres de la matrice G dans le régime d'une densité intermédiaire d'impuretés pour laquelle la transition d'Anderson est attendue. Certains résultats analytiques intéressants ont déjà été obtenus dans les régimes de faible ou forte densité [7] mais le régime intéressant de densité intermédiaire n'a été analysé que numériquement [8].

Le candidat à ce stage doit avoir un gout à la physique théorique, avec des compétences en calculs analytique et numérique. Ce stage peut être suivi d'une thèse sur un sujet proche.

Bibliographie

1. M. L. Mehta, *Random Matrices* (Elsevier, Amsterdam, 2004)
2. T. Guhr, A. Müller-Groeling, and H.A. Weidenmüller, Random-matrix theories in quantum physics: common concepts, Phys. Rep. **299**, 189 (1998)
3. J.-P. Bouchaud and M. Potters, Financial applications of random matrix theory: a short review, in *The Oxford Handbook of Random Matrix Theory,* edited by G. Akemann, J. Baik, and P. Di Francesco (Oxford University Press, 2011)
4. P.W. Anderson, Absence of diffusion in certain random lattices, Phys. Rev. **109**, 1492 (1958)
5. S.E. Skipetrov, B.A. van Tiggelen and J.H. Page, La localisation forte d'Anderson des ondes classiques, *Images de la physique 2009*, pp. 75-80
6. A. Aspect *et al.*, Localisation d'Anderson d'atomes ultrafroids, *Images de la physique 2009*, pp. 87-93
7. A. Goetschy and S.E. Skipetrov, Non-Hermitian Euclidean random matrix theory, Phys. Rev. E **84**, 011150 (2011)
8. S.E. Skipetrov, Finite-size scaling analysis of localization transition for scalar waves in a three-dimensional ensemble of resonant point scatterers, Phys. Rev. B **94**, 064202 (2016)