



Réception des Associés étrangers élus en 2005 / 12 décembre 2006

EXPLORER UN MONDE DÉSORDONNÉ ET FORTEMENT CORRÉLÉ

Tirupattur V. RAMAKRISHNAN

Département de Physique
Université Indienne de Bénarès (Inde)

La matière condensée est pleine de systèmes dont les constituants sont désordonnés et s'évitent les uns les autres.

Je décrirai brièvement mes efforts pour comprendre quelques uns de ces systèmes. Le premier est un liquide dense dont les atomes se repoussent fortement. La transition vers un solide cristallisé est la transition de phase la plus naturelle. En considérant la phase solide comme une version gelée de configurations locales déjà présentes dans la phase liquide, j'ai proposé une méthode de "fonctionnelle de densité" qui non seulement explique les détails du phénomène mais aussi fournit la base sur laquelle se fondent de nombreux travaux ultérieurs.

Dans un autre ordre d'idées, les ondes électroniques dans un milieu fortement désordonné ne peuvent pas se propager du fait des interférences destructives : c'est la "localisation d'Anderson". Cette localisation est due pour l'essentiel aux trajectoires électroniques, qui reviennent sur leurs pas : elle affecte profondément le transport électrique, avec des conséquences expérimentales très riches que nous avons élucidées il y a un quart de siècle.

Plus récemment les manganites d'alcalins dopés avec des terres rares, nouveaux acteurs de la famille des oxydes, ont fait apparaître un véritable zoo de propriétés étranges, en particulier la magnétorésistance colossale qui est l'objet d'une intense activité. Avec mes collègues nous avons proposé un nouveau modèle d'électrons itinérants repoussés par des états polaroniques localisés : nous montrons que leur dynamique quantique peut expliquer beaucoup des propriétés de ces matériaux.

Je suis enfin fasciné par la saga des supraconducteurs à haute température, pensant comme beaucoup que les corrélations fortes sont la clef de cet étrange nouveau monde. Pour l'instant nous ne savons toujours pas comment cette clef fonctionne.

MOVING AROUND IN A DISORDERED AND STRONGLY CORRELATED WORLD

Condensed matter is full of systems whose atomic constituents are disarranged and avoid each other.

I shall briefly describe here my efforts at understanding some of them. The first is a dense classical liquid (in which the atoms are strongly correlated to be away from each other). Its transition to a crystalline solid phase is the most inevitable of all phase changes. Based on the idea that the latter phase is a frozen version of density configurations present in the former, a density functional approach was proposed which explains not only the details of the phenomenon, but is also the basis of much subsequent theoretical work on such dense collections.

Electron waves moving in strongly disordered media are unable to propagate because of destructive self interference. The origin of the onset of this Anderson localization in the interference between nearly self retracing electron paths which hinder electrical transport in characteristic measurable ways was established nearly a quarter of a century ago.

Recently, the veritable zoo of strange properties including colossal magnetoresistance exhibited by alkaline earth doped rare earth manganites (a family of solid state oxides) has been the subject of intense exploration. Colleagues and I have proposed a new two electronic fluid model of band like electronic states strongly avoiding polaronic localized states, and show how their quantum many body dynamics makes sense of a wide range of phenomena in these materials.

I am also fascinated by the great challenge of high temperature superconductors, where it seems (to many) that strong electronic correlation is the key to this strange new world. We do not know yet in detail how this key works.