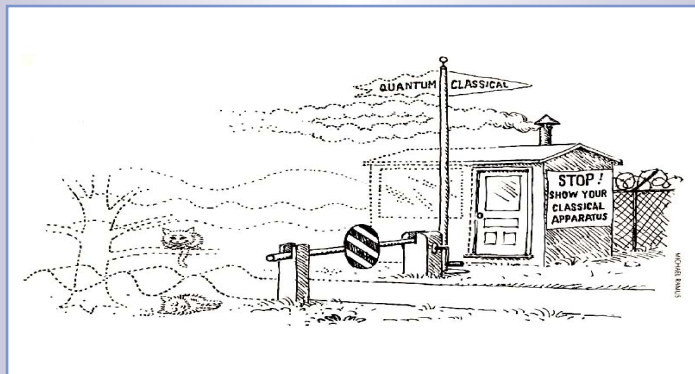




La mécanique quantique coule-t-elle de source ?



La mécanique quantique est enseignée aux jeunes physiciens en posant comme postulat l'existence de l'espace de Hilbert des états avec sa structure mathématique peu intuitive. Cependant, on peut se demander si cette structure a un fondement physique et quelle en serait l'origine.

Une particule quantique peut être non seulement dans un état ou un autre, mais aussi dans n'importe quelle superposition des deux états. Erwin Schrödinger a insisté sur le fait que ce qui est vraiment différent en mécanique quantique par rapport à la mécanique classique, c'est le concept d'intrication quantique. Selon ce concept d'intrication, deux particules peuvent se retrouver dans un état global où il est impossible de dire quel est l'état individuel de chaque particule indépendamment de l'autre. Dans les années 1960, John Bell a trouvé une façon de quantifier cette différence en termes de non-localité au travers de ses fameuses inégalités. Démonstrées expérimentalement par Alain Aspect, elles prouvent que la mécanique quantique est non-locale. Mais combien de non-localité contient-elle ? Et pourquoi autant, ni plus ni moins ?

Aujourd'hui, on place la mécanique quantique dans une classe de modèles théoriques qui reproduisent plusieurs de ses propriétés sans pour autant être " vrais " dans le monde réel. On trouve parmi ses modèles des cas localisés, semblables à la mécanique classique, ou bien des exemples de très forte non-localité, supérieure à celle de la mécanique quantique. Quelle contrainte faut-il mettre pour restreindre la classe de ces modèles à la seule " bonne " mécanique quantique ? A cette question, qui intéresse même la revue Nature (22 oct 2009), je réponds en proposant un postulat fondé sur la notion d'entropie de l'intrication. Cette dernière, généralisation des entropies classique de Shannon et quantique de von Neumann, est un puissant outil d'analyse développé dans les années 2000. Le travail est en cours, mais ce postulat semble permettre de retrouver précisément la structure mathématique sous-jacente à la mécanique quantique telle que nous la connaissons.

Alexei Grinbaum
Tél : 01.69.08

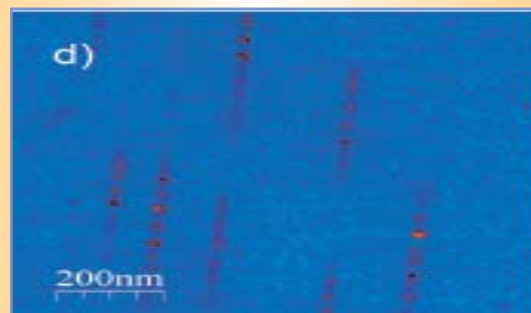


Seuils de création de nanostructures en surface lors d'irradiations au GANIL

En collaboration avec l'université de Duisburg-Essen en Allemagne, nous avons montré en 2007 que faire varier l'angle d'incidence des ions par rapport à la surface de SrTiO_3 permet d'obtenir une chaîne de bosses, alignées le long de la trajectoire de l'ion, et régulièrement espacées. Cette chaîne est visible en surface jusqu'à ce que l'ion soit à une profondeur d ($d=8,5$ nm), indépendante de l'angle d'incidence. Afin d'interpréter ce phénomène, nous avons effectué une extension à trois dimensions du modèle standard à deux températures (électrons et phonons), permettant de déterminer la température du matériau, en prenant en compte la répartition spatiale de la densité électronique dans le solide ainsi que l'existence d'une surface. Grâce à ce nouveau modèle thermique nous avons calculé, pour différents pouvoirs d'arrêt, la température atteinte en surface. Nous avons ainsi obtenu deux seuils en pouvoir d'arrêt 1) un seuil d'apparition de traces ; pour lequel la température en surface dépasse la température de fusion, 2) un seuil de création de chaînes complètes ; pour lequel la température en surface atteint la température de fusion lorsque l'ion est à la distance d de la surface.

Ces deux seuils ont été confirmés expérimentalement par deux méthodes : la microscopie électronique en transmission et l'AFM. Ainsi, pour la première fois un modèle " deux températures à trois dimensions " a permis de prédire les valeurs des seuils d'endommagement. Ce modèle permet de déterminer rapidement les seuils de création de traces complétant ainsi les expériences d'irradiations en incidence rasante combinées à l'AFM.

Henning Lebius
Monnet Isabelle
Tél : 02.31.45.46.70



Chaîne complète observée par AFM sur une surface de SrTiO_3 irradié avec du Xe dont l'énergie est de 92 MeV.

