

Réunion du GDR Physique Quantique Mésoscopique
Corrélations, diffusion et cohérence
Aussois , 22-25 Septembre 2003

EXPOSES ORAUX

Geometrical Dependence of High-Bias Current in Multiwalled Carbon Nanotubes

B. Bourlon, A. Bachtold, D.C. Glattli, B. Placais, J.M. Berroir

LPMC, Ecole Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France.

L. Forro

EPFL, CH-1015, Lausanne, Switzerland

We have studied the high-bias transport properties of the different shells that constitute a multiwalled carbon nanotube (MWNT). Different electrodes are attached on a same MWNT with different electrode separations. We find that the current per shell saturates at high bias and varies between 10 and 60 microA. For the shortest separation (200 nm), the current is shown to increase as a function of diameter. For longer separations (1000 nm), the diameter dependence is much weaker and more difficult to observe. We propose that this geometrical dependence is due to a weak variation of the number of current carrying subbands within each shell that results from the competition in the electron transmission between the electron-phonon scattering process and Zener tunneling. The Landauer formula is applied that incorporates these two processes and the numerical calculations reproduce well the experimental results. Interestingly, the model describes the experimental observation that the high-bias current does not depend on the metal or the semiconducting character of the shell at large diameters.

Towards a theory of electrical in atomic and molecular junctions

J.-C. Cuevas

Institut für Theoretische Festkörperphysik, Universität Karlsruhe

résumé

Detection of Quantum Noise from an Electrically-Driven Two-Level System

Richard Deblock^{1,2}, Eugen Onac¹, Leonid Gurevich¹, Leo P. Kouwenhoven¹

¹Department of Nanoscience and ERATO Mesoscopic Correlation Project, Delft University of Technology, Post Office Box 5046, 2600 GA Delft, Netherlands.

²Present address: Laboratoire de Physique des Solides, associé au CNRS, Université Paris-Sud, 91 405 Orsay Cedex.

The electrical noise of mesoscopic devices can be strongly influenced by the quantum motion of electrons. To probe this effect, we have measured the current fluctuations at high frequency (5 to 90 gigahertz) using a superconductor-insulator-superconductor tunnel junction as an on-chip spectrum analyzer. By coupling this frequency-resolved noise detector to a quantum device, we can measure the high-frequency, nonsymmetrized noise as demonstrated for a Josephson junction. The same scheme is used to detect the current fluctuations arising from coherent charge oscillations in a two-level system, a superconducting charge qubit. A narrow band peak is observed in the spectral noise density at the frequency of the coherent charge oscillations.

Correlations in a system of two coupled Qubits.

S. Camalet, P. Degiovanni, F. Delduc, J. Schiefl

Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon, ENS Lyon

Recent experiments on capacitively coupled Qubits have recently been conducted by several groups among which Nakakura et al. These coupled quantum systems are usually influenced by a common environment. Motivated by these considerations, we have studied a system of two coupled charge Qubits connected at the ends of a quantum wire which plays the role of a finite length environment and of a communication channel. The low energy physics can be described by a boundary field theory closely related to the Kondo problem. Physical quantities such as one-Qubit and two-Qubits reduced density matrices can therefore be expressed within the boundary field theory formalism. In this talk I will present the solution at a special strong coupling point focusing on the correlation between the Qubits populations. At vanishing temperature, the behaviour of this correlation and of static response functions depends crucially on the overlapping of each Qubit's influence zone in the transmission line which are the exact analogous of Kondo clouds.

Diffusion de la lumière par un gaz d'atomes froids

D. Delande

Laboratoire Kastler-Brossel, Paris

Au voisinage d'une résonance atomique, un atome diffuse la lumière avec une section efficace considérablement plus importante que sa section géométrique. Il en résulte qu'un gaz atomique, même très dilué, peut multiples fois diffuser très efficacement la lumière. Durant les dernières années, on a ainsi pu observer directement le mouvement diffusif de photons piégés dans un gaz d'atomes froids (radiation trapping) ainsi que des effets interférentiels mésoscopiques tels que la rétrodiffusion cohérente de la lumière. Les particularités des atomes (résonances étroites, masse très faible, structure interne, caractère "quantique" des degrés de liberté internes et externes...) sont responsables de phénomènes spécifiques qui seront présentés et discutés - à partir de résultats expérimentaux, d'analyses théoriques et de simulations numériques.

Quantum physics in quantum dots

K. Ennslin

Solid State Physics, ETH Zurich, Switzerland

1

The basic principles for the fabrication of semiconductor quantum dots will be discussed, in view of the advantages and drawbacks of different technologies. The fundamentals of Coulomb blockade in quantum dots as well as the characteristic energy scales will be introduced. The various transport regimes from weak to strong coupling will be presented.

2

The energy spectrum of quantum dots of various sizes and shapes will be discussed. The focus will be on the validity and limitations of a single-particle picture and the importance of interactions in quantum dots. Spin effects will be analyzed in view of quantum dots as candidates for spin-based quantum information processing schemes.

Spin current shot noise : a probe for correlations in mesoscopic systems.

Denis Feinberg, Olivier Sauret

LEPES-CNRS, Grenoble, France

Current fluctuations are usually studied by summing all the spin components. Then the deviation of zero-frequency shot noise from the Poisson value $2eI$ mixes the effects of Fermi statistics and of interactions. On the contrary, currents carrying opposite spins are correlated only by the interactions. Here the quantity of interest is the spin current shot noise. This is demonstrated in two situations : a NS junction (attractive correlations), and a single-electron transistor where correlations are in general repulsive, and the spin current noise is ideally Poissonian. Correlations can nevertheless be attractive in a strongly out-of-equilibrium regime. We propose a three (four)-terminal geometry to probe spin current noise with ferromagnetic leads. Another application of spin-resolved noise correlations is the diagnosis of entanglement. (Ref.: Cond-Mat/0308313)

Correlations and the metal-insulator transition in two dimensions

M. Goffman

résumé

Spin Spectroscopy of Silicon (MOS) Quantum Dots

Xavier Jehl, Max Hofheinz & Marc Sanquer,

DRFMC, CEA-Grenoble (collaboration CEA-LETI: D. Fraboulet, G. Bertrand G. Guégan, S. Deleonibus)

We measured the differential conductance of various standard sub-50nm Si-MOSFETs and Silicon-on-Insulator (SOI) gated point contacts at low temperature. Electrical transport is dominated by Coulomb blockade. The addition spectra of these structures are studied versus parallel magnetic field, in order to investigate Zeeman effects. In the MOSFETs in the sub-threshold regime, at low density of electrons, we observe Zeeman splitting on ground and excited states with total spin $S > 1$, together with spin blockade signatures. The SOI structures are accumulation diffusive quantum dots which contain many electrons ($N \sim 300$). Statistical analysis of the peak spacing over the full range of resonances show broad distributions with non-gaussian tails. Analysis over selected ranges of typically 15 consecutive resonances show bimodality associated with a strong correlation in peak heights, and is largely field independent up to 14T.

Two component quantum Hall systems : spin and layer condensates

Laurent Lévy

LCMI, Grenoble France

Correlations and metal-insulator transition in two dimensions

D. L'Hôte, R. Leturcq

Service de Physique de l'Etat Condensé, DSM, CE Saclay, France

Low density electronic systems are expected to exhibit new physical properties related to e-e correlations induced by Coulomb repulsion. The parameter governing the transition from the Fermi liquid to this (these) new phase(s) is r_s , the ratio between the potential energy of an electron pair and the Fermi energy. Two-dimensional electron or hole systems realized in Si-MOSFETs or p -AlGaAs/GaAs heterojunctions offer the possibility to reach r_s values much larger than one, for which correlations such as those expected in a Wigner crystal or glass should appear. The experimental observation by Kravchenko *et al.* in 1994 of a metallic behavior at intermediate r_s in MOSFETs suggested the possible existence of a new conducting phase, contradicting the prediction that 2D systems of non-interacting particles are insulating (scaling theory of localization). This observation was confirmed in other systems, mainly p -GaAs. Various experimental results seemed to confirm the new physical nature of the system. In particular the parallel magnetoresistance suggested the importance of the spin degree of freedom in this new phase. However the existence of a true quantum phase transition has been seriously criticized both experimentally and theoretically. The transport properties alone do not allow to distinguish among various interpretations of the data. Experiments investigating other properties (compressibility, g factor, noise, etc.) arose more recently.

Tunneling spectroscopy of artificial metallic nanostructures: electron confinement and decoherence

P. Mallet¹, S. Pons^{1,2}, L. Magaud¹, A. Pasturel³, I. Bruhega⁴, J.M. Gomez Rodriguez⁴, J.Y. Veillen¹

¹LEPES-CNRS, Grenoble Cedex 9, France ²Institut de Physique des Nanostructures, EPFL-1015 Lausanne, Switzerland ³LPMMI-CNRS, 38042 Grenoble ⁴Dept. Fisica de la Materia Condensada, Universidad Autonoma de Madrid, E-28049-Madrid, Spain

Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy (STM/STS) is a powerful tool to probe the electron confinement of dispersive surface states which are found on noble metal (111) surfaces. Using spectroscopic imaging technics, it is possible to visualize in real space the quantum interferences pattern inside quantum corrals or islands with typical size of a few nm's. Beyond the characteristics of the surface states themselves, it has been shown from careful analysis of STM/STS data, that interactions between the surface states and other electronic states (bulk states for instance) can be tested, and even quantified. The main objective of this work is to probe electron confinement of a dispersive surface state in nanostructures, in which new electron-electron interactions may occur, with respect to the well known case of noble metals. Experimental results will be presented, concerning first nanostructures including Ni atoms, which bring electrons of d orbital character in the energy range of a dispersive surface state. In a second part, we will present recent results obtained on SiEr metallic nanostructures grown on Si(111). This system is a real 2D metal, because no bulk states exist at the energies of the states of the metallic film.

Mésoscopie de la lumière dans les gaz d'atomes froids

C. Miniatura

Laboratoire Ondes et Désordre, Sophia Antipolis, FranceValbonne

La mésoscopie des électrons et de la lumière, essentiellement développée à partir des années 80, a permis une compréhension fine de l'impact des interférences sur les propriétés du transport d'onde en milieu diffusant désordonné : localisation faible, rétro-diffusion cohérente (CBS), Fluctuations universelles de conductance, etc. Récemment le domaine de la mésoscopie de la lumière s'est enrichi d'un système diffusant prometteur où la plupart des paramètres pertinents sont aisément contrôlables, parfois sur plusieurs ordres de grandeur : un gaz d'atomes froids. Dans ces systèmes, l'existence d'une structure interne quantique pour les atomes conduit à des propriétés de diffusion de la lumière particulières dont l'impact sur les effets interférentiels est loin d'être négligeable. L'exposé présentera l'outil mésoscopique important dans la compréhension des expériences CBS : le vertex d'intensité atomique qui décrit justement les propriétés de diffusion de la lumière. Ce vertex est essentiel au calcul des séries échelle et croisées qui interviennent dans l'évaluation de l'intensité moyenne diffusée. Nous montrerons comment, à travers ces séries, la structure atomique inhibe les interférences et une interprétation en terme de "dephasing" sera proposée.

Quantum transport through strongly correlated 1D systems

Rafael A. Molina¹, Dietmar Weinmann², Rodolfo A. Jalabert², G-Ludwig Ingold³, J-Louis Pichard¹, Peter Schmitteckert⁴

1 : SPEC, CEA/Saclay, 2 : IPCMS, Strasbourg. 3 : Universitat Augsburg. 4 : Universitat Karlsruhe.

The persistent current for spinless fermions in a one-dimensional ring composed of an arbitrary interacting system and very long non-interacting leads is shown to be characterized by the system transmission coefficient $|t|$. Using the Density Matrix Renormalization Group Algorithm we are able to calculate the zero temperature conductance. For a half-filled tight binding model we obtain a striking effect of the parity of the number of lattice sites inside the interacting system, and discuss the role of the contacts between the system and the leads. Our studies are extended to an arbitrary filling, to situations where the system is separated from the lead by tunneling barriers, or when a strong potential disorder is present. We find for arbitrary filling that the zero-temperature transport is not always devafored by repulsive interactions for strong disorder.

Etats intriqués, phase topologique, et groupe des rotations

Perola Milman¹ et Rémy Mosseri²

¹Laboratoire Kasltler Brossel Département de Physique, ENS, Paris

² Groupe de Physique des Solides, Université P. et M. Curie, Paris

Il est bien connu que la fonction d'onde d'une particule de spin $\frac{1}{2}$ se comporte différemment sous des rotations de 2π et 4π , propriété qui est la conséquence d'une caractéristique non triviale du groupe des rotations dans l'espace (le groupe $SO(3)$) : ce groupe n'est pas « simplement connecté ». Voici presque 30 ans, une belle expérience d'interférence sur des neutrons a été réalisée [1], qui est souvent présentée comme une « preuve » expérimentale de cette propriété topologique. Or, il se trouve que l'interprétation en question est en fait ambiguë. Nous avons suggéré une expérience d'interférence utilisant des états intriqués à deux qubits (sous la forme de photons jumeaux), dont l'interprétation écarte de fait les ambiguïtés précitées [2]. En effet, les états quantiques maximalement intriqués à deux qubits sont en relation biunivoque avec les matrices de rotations de $SO(3)$. Une série bien choisie de transformations unitaires appliquées aux qubits décrit ainsi une « trajectoire » dans $SO(3)$, et permet aller d'en investiguer la topologie.

Références :

[1] S.A. Werner et al. , Phys. Rev. Let. 35 (1975) p. 1053

[2] P. Milman and R. Mosseri, "Topological phase for entangled two-qubit states", Phys. Rev. Lett. (2003)

Electrons in diffusive conductors: Loss of phase coherence and energy exchange

Anthore¹, F. Pierre^{1,2}, B. Huard¹, A.B. Gougam², Hugues Pothier¹, N.O. Birge², and D. Esteve¹

¹Quantronics Group, SPEC, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette Cedex, France ; ²Department of Physics and Astronomy, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA

The observability of many phenomena specific to mesoscopic physics relies on a long enough electronic phase coherence time. At low temperatures, conduction electrons in disordered metals maintain their phase coherence over times often exceeding one nanosecond -- several orders of magnitude longer than the time between elastic collisions. We have performed experiments aiming at understanding the inelastic collisions, which break phase coherence : on the one hand, direct measurements of the phase coherence time ; on the other hand, measurements of energy exchange among electrons in out-of-equilibrium situations. Two mechanisms are revealed by the experiments: screened Coulomb interactions, and interactions mediated by magnetic impurities.

Kondo effect and electrostatic degeneracy in coupled quantum dots system

D. Quirion, U. Wilhelm, A. Welker, J. Weis, K. von Klitzing

Max-Planck Institut für Festkörperforschung, Heisenbergstr. 1 , Stuttgart, Germany

The Kondo effect is usually associated to a spin effect induced either by magnetic impurities in metals or by a quantum dot containing an odd number of electrons in the outer shell. In this work, we performed transport measurements at very low temperature on two electrostatically coupled quantum dots with separate leads. This system is an experimental realisation of the Anderson model showing a spinless or orbital Kondo effect (U. Wilhelm et al., Physica E9, 625 (2001)). In the last months, we extended previous measurements (U. Wilhelm et al., Physica E14, 385 (2002).) enforcing and developing the analogy mentioned above. This system can be tuned to act as a quantum dot connected to ferromagnetic leads, due to the tunable coupling between the dot and the different reservoirs. It is then possible to study the influence of ferromagnetism on the Kondo effect. Further measurements are in progress to exploit the richness of the physics of this geometry, for example studying the interaction between orbital and spin Kondo effects.

Fractional and integer charges in a chiral Luttinger Liquid

P. Roche^a and D. C. Glatli^{a,b}

^a SPEC CEA-Saclay L'orme des merisiers, Gif-sur-Yvette Cedex ^b LPMC ENS Paris Cedex 05

The edge states in the Fractional Quantum Hall Effect are Chiral Luttinger liquids with an interaction parameter fixed by the bulk filling factor ν . We focus here on the $\nu = 1/3$ case. The two opposite edge states (one side and the other side of the 2D electron gas) can be coupled with an artificial impurity, namely a Quantum Point Contact, which allows to control the bare coupling. When the current goes through one edge state to the other, stochastic events related to the tunnelling probabilities of quasi-particles leads to current fluctuations: the noise. In the weak backscattering conditions, when the edge states are weakly coupled, the noise is the poissonian noise of Laughlin quasi-particles with charge $e/3$: $S_I = 2 e/3 I_B$. S_I is current noise power and I_B is the backscattered current, which is here spatially separated from the incoming current I_0 . This noise indicates that the charge of the carriers is $e/3$ in that experimental conditions. In the strong backscattering regime, it is expected that the noise should be the poissonian noise of charge e , $S_I = 2 e I$ where $I = I_0 - I_B$. This would indicate that in this regime, the charge of the carrier is e . Up to now there is no physical explanation for such expected phenomenon. In the experimental point of view, the situation is rather unclear despite the fact that the Weizmann group claimed they observed an "evolution of charge" from $e/3$ to e . In opposite, our experimental results show an apparent charge larger than e in very strong backscattering conditions. Strangely, a not explained scaling allows to superimpose all the data we have obtained.

Anomalous temperature dependence of the dephasing time in mesoscopic Kondo wires

F. Schopfer, C. Bäuerle, W. Rabaud, and L. Saminadayar

Centre de Recherches sur les Très Basses Températures – CNRS, Grenoble Cedex 9, France

The understanding of quantum coherence in metallic, disordered systems is one of the most important challenges in mesoscopic physics as it addresses the historic fundamental question of the ground state of an electron gas at zero temperature. In the standard theory¹, the electron phase coherence time τ_ϕ is supposed to diverge at zero temperature, as the coupling to the environment *via* electron-phonon, electron-electron, and electron-photon interactions go to zero.

However, recent experiments report contradictory behaviours for τ_ϕ at low temperature : *i*) universal saturation of τ_ϕ ², *ii*) agreement with standard theory down to 50 mK in pure Ag and Au wires³, *iii*) dependence of τ_ϕ on the geometrical parameters of the samples⁴.

Various interpretations of the frequently observed saturation have been proposed so far. One of them, presently however very controversial, suggests that this saturation is universal and intrinsic, related to the nature of electron-electron interactions in the ground state of the Fermi liquid⁵. Contrary to this, another interpretation argues that this saturation is extrinsic and due to the coupling to other degrees of freedom, like two level systems⁶.

Yet, in this context, regards to the energy scales involved, and considering that most of the metallic samples are acknowledged to be necessarily polluted by a little amount of magnetic impurities, it is worth invoking the coupling to these magnetic impurities as possible source of decoherence at low temperature. The understanding of the role of the magnetic impurities in dephasing, seems to be the crucial key point to understand the problem of the saturation of τ_ϕ at low temperature.

We present measurements of the magnetoconductance of long and narrow quasi one dimensional Au wires containing magnetic Fe impurities over a temperature range extending from 15 mK to 4.2 K. The electron phase coherence time τ_ϕ extracted from the weak antilocalisation shows a pronounced plateau in a temperature region of 0.3 K – 0.8 K, associated with the phase breaking due to the Kondo effect. Below the Kondo temperature, the phase coherence time increases as expected in the framework of Kondo physics. At much lower temperatures, τ_ϕ saturates again, in contradiction with the standard Fermi-liquid theory. In the same temperature regime, the resistivity curve displays a characteristic maximum at zero magnetic field, associated with the formation of a spin glass state. We argue that the RKKY interactions between the magnetic moments are responsible for the low temperature saturation of the phase coherence time⁸.

[1] B. L. Altshuler *et al.*, *J. Phys. C* **15**, 7367 (1982).

[2] P. Mohanty *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 3366 (1997).

[3] A. B. Gougam *et al.*, *J. Low Temp. Phys.* **118**, 447 (2000); F. Pierre *et al.*, cond-mat/0012038.

[4] D. Natelson *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 1821 (2001).

[5] D. S. Golubev *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **81**, 1074 (1998).

[6] Y. Imry *et al.*, *Europhys. Lett.* **47**, 608 (1999); A. Zawadowski *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **83**, 2632 (1999); V. V. Afonin *et al.*, *Phys. Rev. B* **66**, 165326 (2002).

[7] A. Anthore *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 076806 (2003); F. Pierre *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **89**, 206804 (2002).

[8] F. Schopfer *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **90**, 056801 (2003).

Kondo screening cloud effects in mesoscopic devices

Pascal Simon

LPMMC, Université Joseph Fourier, Grenoble France

The Kondo effect has undergone a tremendous renewal of interest since its observation in several different types of nanostructures: in quantum dots, in carbon nanotubes, in STM experiments on a single magnetic impurity, ... This set of experiments open new directions toward a better understanding of the Kondo effect in a mesoscopic environment. I will first draw a general overview of the recent experimental achievements in the field. I will present new results concerning the consequences of the finite size extension of the Kondo cloud around a quantum dot. More generally, I will also show how new exotic physics can emerge from the realization of the Kondo effect in nanostructures.

Experimental investigation of interacting electrons in 1D

'The origin of localization in the integer and Fractional QH regime

A. Yacoby

résumé

Nanomesure of tunneling spectroscopy on TTF-TCNQ (001) surface with UHV-LT-STM

Zhao Z. Wang, Claude Pasquier, Jean-Christophe Girard, Denis Jérôme, Z.Z. Wang

résumé

POSTERS

Spins et interactions électron-électron

A. Anthore, F. Pierre, H. Pothier et D. Esteve

Service de Physique de l'Etat Condensé, Direction des Sciences de la Matière, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette, France

L'expérience que nous présentons met en évidence la médiation par des impuretés magnétiques d'échange d'énergie entre les électrons dans des fils métalliques.

Aux températures inférieures au kelvin, dans des fils métalliques, il est prédit que les interactions coulombiennes entre électrons sont à l'origine de la plupart des collisions inélastiques subies par les électrons. Cependant, les mesures d'échange d'énergie et de temps de cohérence de phase électronique dans certains fils [1] ne peuvent s'expliquer uniquement par les interactions coulombiennes. Il est nécessaire d'introduire la diffusion des électrons par des impuretés magnétiques en faible quantité pour en rendre compte. Il était connu que cette diffusion affectait le spin des électrons et donc modifiait le temps de cohérence de phase. L'effet de la diffusion par des impuretés magnétiques sur les échanges d'énergie entre électrons, en prenant en compte l'effet Kondo, n'a été décrit théoriquement que récemment. Afin de tester si cette théorie est valable et si les échanges d'énergie anormaux étaient bien dus à des impuretés magnétiques, nous avons mesuré les échanges d'énergie entre électrons en fonction du champ magnétique.

[1] F. Pierre and al., J. Low Temp. Phys. **118**, 437 (2000)

Effet tunnel étendu en régime d'effet hall quantique.

Aranzana Manuel, Jolicoeur Thierry,

Laboratoire de Physique de la Matière Condensée, Ecole Normale Supérieure, PARIS, France

Nous avons étudié certains aspects de transport liés à l'interaction de deux canaux de bord de part et d'autre d'une barrière de potentiel très élevée. L'effet tunnel se produit tout le long de la barrière et conduit à des modifications par rapport à une barrière ponctuelle. Nous avons spécifiquement calculé la conductance, et le bruit du courant tunnel en négligeant l'interaction Coulombienne entre électrons d'un même canal. Nous comparons les résultats obtenus avec les résultats expérimentaux de Kang et al., en prenant en compte les corrections dues aux interactions calculées par Girvin et al.

Observation of Aharonov Bohm Cages in a metallic T3 network

F. Schopfer, C. Naud, G. Faini, D. Maily, L. Saminadayar, C. Bauerle

CRTBT-CNRS, Grenoble, France

Electron interference lies at the heart of mesoscopic physics. A spectacular example of such an interference phenomenon are Aharonov Bohm oscillations in disordered ring structures, which leads to a periodic oscillation with a period of $h/2e$ and h/e . In a chain of rings or in a two dimensional network the h/e oscillations average to zero due to disorder average $\langle \text{cite}\{\text{webb}\}$, and only the $h/2e$ oscillations survive. For particular geometries, on the other hand, recent theories predict a new localization phenomenon in a two-dimensional (2D) network. Certain electron trajectories are trapped in so-called Aharonov Bohm cages and leads to a h/e periodicity of the Aharonov-Bohm oscillation even in a large network. This has been shown recently on a 2D T_3 lattice made from a two dimensional electron gas. In this case however, the disorder is relatively weak. Disorder on the other hand is supposed to strongly affect this localization phenomena. Here we report the first observation of h/e Aharonov Bohm oscillations on a 2D disordered metallic T_3 network. Clear h/e oscillations are observed in a field range extending up to 8 Tesla. Our experiments clearly demonstrate the robustness of the Aharonov Bohm cages against disorder average.

Photon assisted tunneling noise and current in the fractional quantum Hall effect

A. Crépieux, P. Devillard and T. Martin

Centre de physique Théorique, MarseilleFrance.

The simultaneous study of current and noise in quantum systems allow to extract information about the charge carriers. In particular, for a DC applied voltage, the current and noise obeys to the Schottky relation with a factor directly related to the effective charge of the carriers. As an example, we can cite the experimental observation of the fractional charge $e/3$ in the quantum Hall regime[1], which was predicted theoretically[2]. It is understood that in the presence of an AC modulation, the current and the noise at zero frequency, allow to recover information about the finite frequency noise with a DC bias. We have studied the effect of an AC perturbation on the transport between fractional quantum Hall edge states using the Luttinger liquid theory and the Keldysh formalism. We have considered an AC voltage modulation superposed to the DC applied bias and have calculated the current and noise both in the weak and strong backscattering regimes. A large variety of behaviours are obtained with a strong dependence to the filling factor. The differential noise, which is stair-like in the case of integer filling factor[3], presents more complex structures (divergences) in the case of fractional charges.

[1] L. Saminadayar, D.C Glattli, Y. Jin and B. Etienne, Phys. Rev. Lett. 79, 2526 (1997).

[2] C.L. Kane and M.P.A. Fisher, Phys. Rev. Lett. 72, 724 (1994).

[3] G.B. Lesovik and L.S. Levitov, Phys. Rev. Lett. 72, 538 (1994).

Diamagnetic Orbital Response of Mesoscopic Silver Rings

R. Deblock¹, R. Bel¹, B. Reulet¹, H. Bouchiat¹, and D. Mailly²

¹Laboratoire de Physique des Solides, Associé au CNRS, Bâtiment 510, Université Paris-Sud, 91405 Orsay, France.

²CNRS Laboratoire de Photonique et Nanostructures, route de Nogay, 91460 Marcoussi, France.

We report measurements of the flux-dependent orbital magnetic susceptibility of an ensemble of 10^5 disconnected silver rings at 217 MHz. Because of the strong spin-orbit scattering rate in silver this experiment is a test of existing theories on ensemble averaged persistent currents. Below 100 mK the rings exhibit a magnetic signal with a flux periodicity of $h=2e$ consistent with averaged persistent currents, whose amplitude is of the order of 0.3 nA. The sign of the oscillations indicates unambiguously diamagnetism in the vicinity of zero magnetic field. This sign is *a priori* not consistent with theoretical predictions for average persistent currents. We discuss several possible explanations of this result.

Effet de proximité atypique dans un supraconducteur désordonné inhomogène

Escoffier Walter , Chapelier Claude

CEA Grenoble, France

Nous avons caractérisé la variation spatiale de la densité d'état électronique dans du nitrure de titane et du nitrure de niobium qui sont supraconducteurs respectivement en dessous de 4,6 K et 12K. Sous champ magnétique, ces matériaux fortement désordonnés présentent une transition supraconducteur-isolant pour les couches les plus minces. Grâce à l'imagerie et la spectroscopie par STM à très basse température, nous avons pu mettre en évidence que le désordre est inhomogène, ce qui entraîne des fluctuations spatiales du paramètre d'ordre et la co-existence de domaines S-N. A l'interface de ces domaines, nous avons observé un fort effet de proximité atypique. Dans les systèmes diffusifs, la dépendance spatiale de l'effet de proximité est usuellement décrit par l'équation d'Usadel et se traduit au voisinage de l'interface par un élargissement rapide du pic de la densité d'état du supraconducteur qui se décale dans la partie normale vers des énergies inférieures au gap BCS. Cette évolution conserve une densité d'état proche de zéro au niveau de Fermi (pseudo-gap). Nous observons au contraire un pic de la densité d'état très marqué et à énergie constante avec une forte densité d'état indépendante de l'énergie près du niveau de Fermi qui augmente jusqu'à la densité d'état du métal normal quand on s'éloigne de l'interface. Des modélisations numériques qui permettent de décrire nos résultats ont mis en évidence l'importance d'une zone intermédiaire de taille finie à la jonction SN très différente des interfaces planes d'épaisseur nulle généralement utilisées dans les calculs théoriques. Dans les films les plus désordonnés, nous avons aussi observé un effet de compétition entre supraconductivité et anomalie de coulomb, phénomène caractéristique des supraconducteurs granulaires.

Effect of a lattice upon an interacting system of electrons : Breakdown of scaling and decay of persistent currents

H. Falakshahi, A. Nemeth and J.-L. Pichard

CEA SPEC, CEA Saclay, Gif sur Yvette, France

Détermination absolue de la longueur de cohérence de phase d'un réseau carré de fils quantiques.

M. Ferrier¹, S. Guéron¹, L. Angers¹, C. Texier^{1,2}, G. Montambaux¹, D. Mailly³, H. Bouchiat¹.

¹LPS, université Paris XI, Orsay ²LPTMS, université ParisXI Orsay ³LPN, route de Nozay Marcoussis

Grâce à la mesure des variations de la conductance en champ magnétique de réseaux de 10^6 anneaux Aharonov-Bohm réalisés dans un gaz 2D d'électrons à partir d'une hétérojonction GaAs/AlGaAs, nous avons pu déterminer sans paramètre ajustable la longueur de cohérence de phase jusqu'à 25mK. En effet, dans cette géométrie la conductance présente une composante oscillante en fonction du flux magnétique de période $\Phi_0/2$ dont le rapport des différentes harmoniques ne dépend que du rapport L/L_ϕ , L étant le pas du réseau. Les trajectoires électroniques intervenant dans ces harmoniques sont non triviales et ont fait l'objet de calculs de G. Montambaux et C. Texier. Pour une largeur de fils correspondant à une dizaine de canaux de conduction, nous avons donc déterminé une longueur L_ϕ de $4\mu\text{m}$ à la plus basse température qui varie en $T^{-1/3}$ et ne sature pas jusqu'à 25 mK. Nous avons pu aussi tester l'influence d'une grille électrostatique sur la cohérence de phase électronique.

Thermo-electric transport in non-ideal quantum wires

R. Ferone and F.W.J.Hekking

LPMMC Grenoble France

We study the effect of weak disorder on thermo-electric transport at low temperatures in an interacting quantum wire connected to reservoirs. We calculate the thermal conductance, \mathcal{K} , and the Lorentz number, \mathcal{L} , as a function of temperature. In the absence of impurities, interactions strongly suppress the thermal conductance whereas the electrical conductance, \mathcal{G} , is unaffected. This leads to a violation of the Wiedemann-Franz law: the Lorentz number is strongly suppressed. In the presence of impurities both \mathcal{K} and

\$\$\$ are suppressed, leading to corrections to the Lorentz number. We calculate these disorder-induced corrections explicitly as a function of temperature and interaction strength. We find that the Wiedemann-Franz law is always violated at low temperatures.

Electronic transport in self-assembled 2-D layers of metal nanocrystals

V. Samuilov^{a,b}, J. Galibert¹, K.Yoon^b, C. Khrishnan^b, J. Sokolov^b, M. Rafailovich²

^aLaboratoire National des Champs Magnétiques Pulsés, Toulouse, France

^{b2} Department of Materials Science, SUNY at Stony Brook, Stony Brook, NY, USA

2-D arrays of decanethiol-ligated Au nanocrystal arrays were prepared using Langmuir-Blodgett technique and their electron transport properties with in-plane macroscopic finger-shaped electrodes were investigated. In the temperature range [4-70 K] the most expected mechanism of transport is tunneling with Coulomb blockade. At higher temperatures the transition to Variable Range Hopping between metal clusters is observed.

Un aimant atomique et mésoscopique : vers une étude de la décohérence due à bain de porteurs libres.

R. Giraud, A. Tkachuk¹, W. Wernsdorfer, D. Mailly², B. Barbara

Lab. de magnétisme Louis Néel, Grenoble, ¹Optical institute, St Petersburg, ²LPN, Marcoussis

L'étude de la dynamique d'aimantation d'un ensemble d'ions Ho^{3+} , dilués dans un monocristal isolant LiYF_4 , permet de mettre en évidence le caractère mésoscopique d'un moment magnétique localisé et très faiblement couplé à ses plus proches voisins [1]. A très basse température, la forte anisotropie uniaxiale de la matrice d'accueil conduit à des temps de relaxation spin-phonon très longs par rapport au temps de mesure : un ion Ho^{3+} se comporte alors comme un aimant atomique et on observe une forte hystérèse magnétique. Les cycles d'aimantation très particuliers, en forme de marches d'escalier, traduisent l'effet des fluctuations quantiques résonantes (renversement de l'aimantation par effet tunnel à travers la barrière d'anisotropie). Ces fluctuations très lentes sont associées aux très faibles répulsions de niveaux dans le diagramme Zeeman électro-nucléaire à un ion Ho^{3+} . Des effets quantiques à deux corps sont aussi mis en évidence (sauts d'aimantation supplémentaires), et trouvent leur interprétation dans une représentation à deux ions Ho^{3+} [2]. Ces transitions dites de co-tunnel sont qualifiées de relaxations croisées (conservation de l'énergie dans la représentation à un corps) et donnent une première description de l'émergence des fluctuations quantiques dans des systèmes complexes, comme les verres de spin quantiques [3], tout en soulignant l'importance des interactions anisotropes.

Des comportements analogues sont aussi observés dans une matrice métallique YRu_2Si_2 , et des traces de la quantification sont encore observées en présence d'un bain de porteurs libres, pourtant fortement dissipatif et décohérent. Cette étude ouvre ainsi une voie très sérieuse vers l'étude des phénomènes de dissipation/décohérence dus à un bain de porteurs libres, notamment grâce à l'apport des semi-conducteurs semi-magnétiques dopés en ions Ho^{3+} .

[1] R. Giraud *et al.*, Phys. Rev. Lett. **87**, 057203 (2001).

[2] R. Giraud, A. Tkachuk, B. Barbara, <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0307405>.

[3] W. Wu *et al.*, Phys. Rev. Lett. **67**, 2076 (1991).

2DEG Spectroscopy with Resonant Tunnelling Through Single Impurity State

M. Gryglas, M. Baj (1), B. Jouault, A. Raymond, C. Chaubet, B. Chenaud (2) and G. Faini (3)

(1) Institute of Experimental Physics, Warsaw University, Poland (2) Groupe d'Etude des Semiconducteurs, Université Montpellier II, Montpellier, France (3) Laboratoire de Photonique et Nanostructures, Marcoussis, France

We have used Silicon impurities in an Aluminium Arsenide barrier to probe an adjacent two-dimensional electron gas (2DEG). A single impurity acts as a local spectrometer and scans the local density of states of the 2DEG. Magnetotransport experiments have been performed at low temperature with a magnetic field \$\$\$ applied along the direction of the current. Current-voltage characteristics strongly depend on B and reveal the formation of Landau levels

Effet de proximité et de cohérence (?) dans les jonctions S-I-N modérément transparentes

François Lefloch, Frédéric Gustavo et Manuel Houzet

CEA/Grenoble, DRFMC, Physique Mésoscopique, Grenoble France

Nous comparons la conductance de jonctions S-I-N et N-I-S où le supraconducteur S est du niobium, la barrière I de l'aluminium oxydé et N du cuivre. Les jonctions sont très larges – typiquement $20 \mu\text{m} \times 20 \mu\text{m}$. Les résultats sont très différents bien que la pression et le temps d'oxydation de l'aluminium pour obtenir la barrière soient identiques (1 mbar pendant 1 heure). De plus, quand la température est suffisamment basse ($T < 1\text{K}$), une anomalie à tension nulle se développe dans la géométrie N-I-S.

Dépendance en énergie du bruit en courant dans les jonctions supraconducteur/métal normal

M. Houzet¹ et F. Pistolesi²

¹SPSMS, CEA-Grenoble, ²LPM2C-CNRS et Université Joseph Fourier, Grenoble

Dans un fil métallique diffusif connecté à un réservoir supraconducteur, l'interférence des fonctions d'onde des électrons subissant une réflexion d'Andreev détermine la dépendance en énergie (tension et température) de la conductance, à l'échelle de l'énergie de Thouless. Une dépendance analogue existe aussi pour le bruit en courant, mais elle n'a été calculée que dans un nombre restreint de cas. Dans ce travail, nous considérons un fil métallique connecté à un supraconducteur à travers une interface caractérisée par une distribution arbitraire de canaux de transmission. Dans le cadre de la théorie quasiclassique des fluctuations en courant, nous obtenons une expression générale pour la dépendance en énergie du bruit.

Energy relaxation of electrons injected from a superconductor in a diffusive wire

Benjamin Huard, A. Anthore, H. Pothier, and D. Esteve,

Quantronics Group, SPEC, CEA-Saclay, Gif-sur-Yvette Cedex, France

In order to probe the inelastic collisions experienced by electrons in diffusive conductors, we have realized an experiment almost at equilibrium in which only a few electrons are injected from a superconductor in a diffusive wire, through a tunnel junction. The slight departure from a Fermi distribution of the energy distribution function of electrons in the wire reveals energy exchange between them. We compare the energy exchange rate obtained in this experiment with that measured in a situation in which electrons are driven well out-of-equilibrium by a voltage applied across the wire.

Microscopic theory of the F/S/F trilayer

R. Melin and D. Feinberg

CRTBT-CNRS, Grenoble, France

Nous présentons plusieurs approches permettant de calculer le gap supraconducteur d'une tricouche F/S/F. Nous discuterons les rôles des effets de pair-breaking et de proximité en fonction du champ d'échange, du désordre et d'une épaisseur finie dans la couche supraconductrice. Le champ d'échange peut être petit (ferromagnétisme faible) ou grand (ferromagnétisme fort) comparé au gap du supraconducteur.

Avec du ferromagnétisme faible nous montrons qu'il existe un gap supraconducteur réentrant pour la tricouche F/S/F d'épaisseur atomique dans l'alignement parallèle (équivalent à la bicouche F/S). Qualitativement un petit désordre est équivalent à réduire la valeur des éléments de matrice tunnel. En présence d'une épaisseur finie dans la couche supraconductrice le gap supraconducteur dans l'alignement antiparallèle est plus grand que dans l'alignement parallèle, ce qui signifie que les effets de pair breaking dominent sur l'effet de proximité.

Miniband Conduction, Inter-Miniband Tunneling and Coherent Quantum Transport

Christophe Minot

CNRS-LPN, Route de Nozay, Marcoussis, France, GET-ENST, Paris, France

Electronic conduction in semiconductor superlattices is adequately accounted for by semi-classical transport in miniband states as long as coupling to higher minibands can be neglected. At high field however, when some levels originating from distinct minibands come into resonance, the velocity is in agreement with sequential resonant tunneling between localized states and coherent transport is considered as negligible. The present approach is based on one-dimensional quantum transport in two tight-binding Wannier-Stark ladders (WSLs). Rate equations for the density matrix are obtained from the Liouville equation using the resolvent formalism. In localized states, incoherent transport is essentially governed by initial state correlations, which tend to take the system back to equilibrium in the miniband Bloch states. In the WS basis, the off-diagonal elements of the equilibrium distribution are non-zero, so that coherent transport can be balanced by relaxation. The semi-classical velocity law derived by Esaki and Tsu is then recovered within each WSL. Furthermore, the velocity exhibits a cross-contribution for coherent transport between two coupled WSLs. The result generalizes the Esaki-Tsu law to resonant tunneling. Although quantum coherence is limited by relaxation, non-linear conduction in superlattices thus fully relies upon coherent transport to overcome field localization.

Connexions de Nanotubes de Carbone produits en phase vapeur assistée par filament chaud

L. Marty¹, C. Naud¹, V. Bouchiat², F. Gay¹, T. Fournier², A. M. Bonnot¹

¹LEPES CNRS, GRENOBLE France, ²CRTBT CNRS, GRENOBLE France

Nous étudions les propriétés de transport de nanotubes de carbone mono et/ou multifeuillets produits en phase vapeur assistée par filament chaud. Cette technique de synthèse permet de définir le lieu de croissance des nanotubes par la localisation du catalyseur. Plusieurs approches sont développées afin de connecter les nanotubes et donner accès à des résistances de contact nanotubes - électrodes métalliques de nature différente.

Dans un premier type d'échantillons, la couche mince de cobalt qui catalyse la croissance est évaporée sur des électrodes en titane ou en platine. La phase de croissance qui suit cette évaporation produit des nanotubes qui vont joindre les électrodes. De tels systèmes sont mesurables directement après croissance et ont montré à basses températures l'existence d'une barrière Schottky à l'interface nanotubes - électrodes impliquant un transport dans le régime du blocage de Coulomb.

Dans un second type d'échantillons, l'évaporation du métal des électrodes se fait après la phase de croissance. Les résistances de contact sont alors plus faibles et l'on peut observer un régime de transport ohmique même à très basse température.

Corrélations croisées du courant dans structures hybrides SIN

G. Bignon¹, M. Houzet², F. Pistolesi¹, et F.W.J. Hekking¹

¹Laboratoire de Physique et Modélisation de Milieux Condensés, CNRS-UJF, Grenoble, France

²CEA, DSM, Département de Recherche Fondamentale sur la Matière Condensée, SPSMS, Grenoble, France

Nous calculons la corrélation croisée du courant entre deux bras normaux connectés à un réservoir supraconducteur à travers des contacts tunnel. Dans ce cas le calcul peut être fait de façon perturbative à l'aide de l'Hamiltonian tunnel [1,2]. Le transport de charge est dû à la réflexion d'Andreev dans chaque bras, mais aussi à la réflexion d'Andreev croisée et le cotunneling élastique [3]. Nous discutons le signe des corrélations croisées en fonction de la température et de la distance entre les deux électrodes pour le cas balistique et diffusif.

[1] F. W. J. Hekking and Yu. V. Nazarov, Phys. Rev. Lett. **71**, 1625 (1993).

[2] F. Pistolesi, G. Bignon, and F. W. J. Hekking, cond-mat/0303165.

[3] G. Falci, D. Feinberg, and F. W. J. Hekking, Europhys. Lett. **54** 255 (2001).

Perte de cohérence dans un petit système quantique à température nulle

A. Ratchov, F. Faure, F. Hekking

LPM2C Grenoble, France

On s'intéresse à l'influence de l'environnement sur un petit système quantique, dans la limite des très basses températures.

Dans le cadre du modèle de Caldeira-Leggett, on discute de l'état d'équilibre du petit système avec son environnement, en termes de "masse effective" et de "température effective". Ensuite, on propose l'esquisse d'un interféromètre du type "Aharonov-Bohm", montrant à travers des mesures d'interférences que l'environnement induit sur le petit système une diminution de la longueur de cohérence spatiale. Cette perte de cohérence persiste même à température strictement nulle.

Adiabatic pumping through a superconducting double island qubit

Philippe Lafarge, David Schaeffer, Laurent Lévy

LCMI, Grenoble, France

Nous avons étudié l'effet d'un cycle d'évolution adiabatique sur un circuit à double îlot constitué de trois jonctions Josephson en série. Ce circuit se comporte comme un bit quantique contrôlable par deux tensions de grille. Le cycle adiabatique crée un courant de pompage à travers le circuit. Nous discutons de l'utilisation du pompage adiabatique comme méthode de lecture de l'état du qubit.

Interplay of electronic correlations and disorder: Persistent currents and spectral statistics

E. Gambetti-Césaire, G. Vasseur, D. Weinmann, R.A. Jalabert,

Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg (UMR 7504 CNRS-ULP)

We study the combined effect of electronic correlations (caused by interactions) and disorder on the zero-temperature electronic properties of small quantum systems. In the presence of disorder, we find that the mobility of the electrons is maximal for repulsive interactions of moderate strength. This points to the role of electron-electron interactions in the explanation of the experimentally observed high values for persistent currents and the possible appearance of a metallic phase in two dimensions.

This is illustrated by numerical results for the persistent current of interacting electrons in one-dimensional Hubbard rings. In addition, we find that at very strong interaction, the presence of disorder enhances the persistent current at half filling, and explain this surprising result within a perturbative calculation.

Furthermore, the statistics for the energy level spacing between the many-body ground state and the first excited state for localized particles in one- and two-dimensional samples becomes more correlated in the presence of repulsive interactions. The more Wigner-like level spacing of the intermediate regime between the limits of weak and strong interaction is consistent with the previous findings and might be related to the emergence of a metallic phase in extended systems.
