

We investigate the linear DC transport properties of one-dimensional quantum dots that are immersed in quantum wires. The electronic interaction is treated microscopically in terms of the Tomonaga-Luttinger liquid model for one-dimensional electrons.

The quantum dot is modeled as a double barrier structure in the quantum wire. We derive an effective theory to model sequential tunneling through the dot to describe the Coulomb blockade phenomenon. We obtain a microscopic charging energy, the level structure of the dot, and a description of the lineshape of the Coulomb blockade conductance peaks. The temperature behaviour of Coulomb blockade peaks is determined by electronic correlations.

First, we investigate the effect of a homogeneous long-range interaction on the charging energy, the excitations of the quantum dot and the external electric field. The temperature behaviour of the Coulomb blockade peaks is driven by a power-law with effective exponents that depend directly on -and take into account- the long-range nature of the interaction and the spin degree of freedom.

Second, we use a nonhomogeneous, slowly varying interaction strength along the system to model leads with a weaker interaction far away from the quantum dot position. We find that depending on the temperature range one detects from the Coulomb blockade the local interaction strength or a global strength dominated by the weak leads-interaction. This is reflected in a crossover in the power-law in temperature for the Coulomb blockade peaks.

Third, we study the effects of metallic leads which are coupled through tunnel junctions to a homogeneous quantum wire containing a one-dimensional dot. This shows again that, depending on the temperature range, measurements of the Coulomb blockade conductance probe the local (quantum dot) or global (metallic leads) properties of the interaction.

Wir untersuchen die linearen DC Transporteigenschaften von eindimensionalen Quantenpunkten, die in Quantendraht eingebettet sind. Die elektronische Wechselwirkung ist im Rahmen des Modells der Tomonaga-Luttinger Flüssigkeit für eindimensionale Systeme berücksichtigt.

Der Quantenpunkt ist durch eine Doppelbarrierenstruktur im Quantendraht beschrieben, und wir entwickeln ein Modell für sequentielles Tunneln durch den Quantenpunkt, um den Coulomb-Blockade-Effekt zu beschreiben. Das Modell liefert eine mikroskopische Ladungsenergie, die Zustände des Quantenpunktes und die Form der Resonanzkurve der Coulomb-Blockade-Leitfähigkeit. Die Temperaturabhängigkeit dieser Kurve wird durch die Form und Stärke der Elektronenwechselwirkung bestimmt.

Zunächst untersuchen wir den Effekt einer langreichweitigen Wechselwirkung auf die Ladungsenergie, das Anregungsspektrum des Quantenpunktes und ein extern angelegtes elektrisches Feld. Die Temperaturabhängigkeit der Coulomb-Blockade-Resonanz ist durch ein Potenzgesetz mit effektiven Exponenten gegeben, die direkt von den Eigenschaften des Wechselwirkungspotentials und dem Spin-Freiheitsgrad abhängen.

Dann nehmen wir eine inhomogene, sich langsam entlang des Systems ändernde Wechselwirkungsstärke an. Dabei ist die Wechselwirkung in den Zuleitungen, weit entfernt von der Position des Quantenpunktes, schwächer. Es wird gezeigt, dass aus der Analyse der Temperaturabhängigkeit der Coulomb-Blockade, abhängig vom gewählten Temperaturbereich, entweder die lokale Wechselwirkungsstärke bestimmt wird, oder aber die Schwächere in den Zuleitungen. Dies sieht man am Übergang zwischen zwei Potenzgesetzen für die Temperaturabhängigkeit der Coulomb-Blockade-Resonanzen.

Zuletzt untersuchen wir den Effekt von Metallzuleitungen, die durch Tunnelkontakte an den homogenen Quantendraht mit eingebettetem Quantendot gekoppelt sind. Wir finden erneut, dass durch Messungen der Coulomb-Blockade entweder die lokalen (am Quantenpunkt vorliegenden) oder globalen (an den Zuleitungen vorherrschende) Eigenschaften der Wechselwirkung sondiert werden. Ob lokal oder global gemessen wird, hängt wiederum stark vom Temperaturbereich der Untersuchung ab.