

課題名 (タイトル) :

ヘリウム液面上電子の隘路伝導特性

利用者氏名 : 東辻 浩夫

理研での所属研究室名 : 和光研究所 基幹研究所 河野低温物理研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

ヘリウム液面上の 2 次元電子系は隘路をもつチャンネルで特異な電気伝導特性をもつことが河野低温物理研究室における実験によって示されている。伝導するための隘路の開口幅には下限があり、開口幅を下限から増加すると、伝導度は階段状に増加する。また、温度を下げて、結合度が (一様な電子系における) ウィグナー結晶化に対応する値程度になると、階段状の変化に振動が加わり、開口幅の増加に対して伝導度が減少する領域が現れる。本課題の目的は数値シミュレーションによって 2 次元電子系の隘路伝導特性を調べ、実験と比較して、その起源を理解することである。

2. 具体的な利用内容、計算方法

チャンネルを表すポテンシャル構造を仮定したモデルシステムにおける多電子の運動を分子動力学法によってシミュレートし、統計処理により伝導率を求めるとともに軌跡を解析する。

3. 結果

以下のことが示された。電子系の温度が、モデル系の密度に対応するウィグナー結晶化の条件より低いときには、隘路の幅の増加に対する伝導率の変化が単調増加でなく、振動する。また、電子の軌跡を解析すると、伝導率極小に対応する開口幅では隘路の中心付近において電子が格子点に長時間局在し、その前後の開口幅では、局在が弱まり、伝導率が増加している。局在が起きるのは開口幅と隘路の中心付近のウィグナー結晶の格子間隔とが整合するときであるので、開口幅の増加に対して伝導率が振動する。

4. まとめ

2 次元電子系の分子動力学シミュレーションにより、隘路のあるチャンネルにおける 2 次元電子系の特異な伝導特性が、隘路付近の格子点への電子の局在の変化と対応することが示された

5. 今後の計画・展望

チャンネルの形状および温度に対する依存性、磁場などの効果についてさらに解析し、このような現象についての全体像を得る。本研究室における実験と比較して、ヘリウム液面上の 2 次元電子系の研究により、隘路を通過する際に起きる現象一般の理解を目指す。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況 (どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか) や、継続して利用する際に行う具体的な内容

チャンネルの一つの形状に対して、実験と同じような隘路幅依存性をもつ結果を得たが、形状を表すパラメータ空間の自由度は多く、パラメータ依存性の全体像を得るに至っていない。温度依存性についても、これまで調べた領域より低温側で特性が変化する可能性がある。また、磁場の効果はこれまで調べられていない。これらについて解析する。

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

【国際会議などの予稿集、proceeding】

【国際会議、学会などでの口頭発表】

東辻浩夫, David Rees, 河野公俊; 「点接触型デバイスにおける He 液面上電子の伝導: シミュレーション III」,
日本物理学会 2011 年秋季大会 22pHC7, 2011 年 9 月, 富山大学

【その他】