

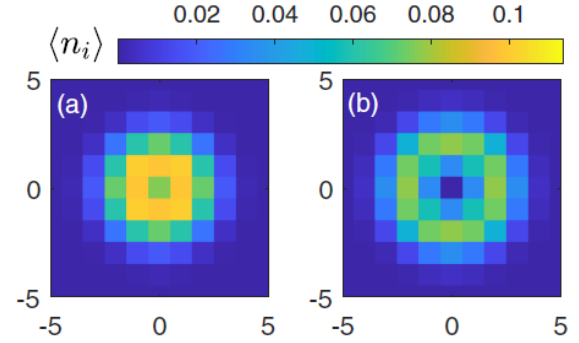
Az parçacıklı kuantum akışkanlarında kesirli kuantum Hall fiziği

R. Onur Umucalılar

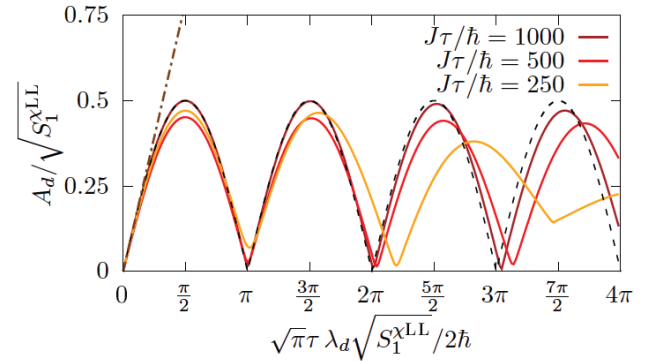
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fizik Bölümü, 34380, İstanbul

Kesirli kuantum Hall (KKH) etkisinin iki boyutlu elektron gazlarındaki keşfi ile başlayan ve kırk yılı aşkın bir süredir devam eden araştırmalar çerçevesinde, bu etkide ortaya çıkması beklenen kesirli yüklü ve bozon/fermion istatistiğinden farklı bir yer değiştirme istatistiğine uygun davranan kuaziparçacıkları (anyonları) gözlemlenmek yoğun madde fizikçileri için önemli bir hedef haline gelmiştir. Yakın zamanda katı hal sistemlerinde belli bir türü gözlemlenen bu ilginç yer değiştirme istatistiğinin ve daha genel olarak da KKH fiziğinin kuantum simülasyonuna uygun alternatif sistemlerde araştırılması, nötr atomlar ve sonrasında da fotonlar için yapay manyetik alanların oluşturulması önerileriyle başlamış, bu çalışmalar yapay alanların deneysel olarak üretilmesi ve çok yakın zamanda da az parçacıklı KKH etkisi işaretlerinin hem fotonlar hem de atomlar için gözlemlenmesi ile doruğa ulaşmıştır.

Bu konuşmada, nötr parçacıklar için yapay manyetik alan yaratma yöntemlerine bir giriş yaptıktan sonra az parçacıklı KKH etkisi işaretlerinin gözlemlendiği son deneylere değinecek ve deney düzeneklerinin basit bir şekilde değiştirilmesi yoluyla iki ya da üç parçacıklı bir sistemde bile hemen hemen beklenen kesirli yoğunluk seyrelmesine sahip bir kuazideşik durumu (Şekil 1) oluşturulabileceğinden [1] ve KKH fiziğinin ayırt edici işaretlerinden olan kenar durumlarının zamana bağlı dış potansiyeller ile uyarılmasıyla ortaya çıkacak doğrusal ve doğrusal olmayan kuantum dinamiğinden (Şekil 2) bahsedeceğim [2].



Şekil 1: Yapay manyetik alan altında ve harmonik tuzak potansiyeli eklenmiş bir optik örgüde bulunan iki parçacık sistemleri için yoğunluk profilleri. (a) Tek bir örgü bölgesine yoğunlaşmış itici bir potansiyel yokken sistem KKH durumunda, (b) böyle bir potansiyel varken sistem kuazideşik durumda bulunmaktadır.



Şekil 2: Tek frekanslı bir zamana bağlı uyarım altında üç parçacıklı kenar durumlarının dipol salınımlarının uyarılma büyüklüğüne ve süresine bağlılığı. Salınımların belli bir rejimde, (siyah kesikli çizgiyle gösterilen) iki seviyeli sistemlerin Rabi salınımları ile modellenebileceği görülmektedir.

Kaynakça

1. R. O. Umucalılar, “Bulk density signatures of a lattice quasihole with very few particles”, [Phys. Rev. A **108**, L061302 \(2023\)](#).
2. A. Nardin, D. De Bernardis, R. O. Umucalılar, L. Mazza, M. Rizzi, I. Carusotto, “Quantum nonlinear optics on the edge of small lattice fractional quantum Hall fluids”, [arXiv:2403.10598 \[cond-mat.mes-hall\] \(2024\)](#).