

Vortex Dynamics in the Superfluid Fermi Gas - from Ultracold Gases to Neutron Stars

2020

1920

1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Andrea Barresi, Matthew Barton, Konrad Kobuszewski, Piotr Magierski, Andrzej Makowski, Daniel Pęczak, Bugra Tuzemen, Marek Tylutki, Gabriel Wlazłowski
Faculty of Physics, Warsaw University of Technology, 00662 Warsaw, Poland

Przedmiotem badań jest dynamika stanu nadciekłego w układach fermionowych od ultrazimnych atomów [1] przez układy jądrowe do gwiazd neutronowych [3]. Pomimo, że te układy wydają się odmienne, mogą być opisane w tym samym języku teoretycznym – w pełni mikroskopowej metody bazującej na zależnej od czasu Teorii Funkcjonału Gęstości (Time-Dependent Density Functional Theory – TDDFT) rozszerzonej na układy nadciekłe. Pojawienie się systemów obliczeniowych w skali peta pozwoliło na symulacje tysięcy oddziałujących fermionów na poziomie mechaniki kwantowej. Prezentujemy wybrane zagadnienia TDDFT w których kwantowe wiry grają kluczową rolę.

- Rekoneksja dwóch linii wirowych w nadciekłym gazie Fermiego: do tej pory badania nad rekoneksją ograniczały się do kondensatu Bosego-Einsteina (Bose-Einstein Condensate – BEC). Nasze badania poszerzają ten problem o nadciekły gaz fermiego w całym zakresie przejścia BEC-BCS. Otrzymany wynik pokazuje, że w pobliżu rekoneksji odległość pomiędzy wirami skaluje się jak $\delta \sim t^{1/2}$ i ten rezultat wydaje się niezależnych od szczegółowych cech układu.

- Rozpad kwantowej turbulencji: Turbulencja jest związana ze skomplikowaną plątaniną linii wirowych które następnie podlegają wielu rekoneksjom co prowadzi do dyssypacji energii. Pokazujemy, że ultrazimne gazy fermionowe pozwalają na realizację kwantowej turbulencji, dostępnej zarówno dla eksperymentu jak i teorii i kluczowej dla wielu zjawisk w układach od zimnych atomów do materii jądrowej w astrofizyce.

- Dynamika wirów w gwiazdach neutronowych: pokazujemy częściowe wyniki które pozwalają na mikroskopowe wyliczenie wielu makroskopowych parametrów efektywnych modeli używanych w modelowaniu tajemniczych zjawisk astrofizycznych znanych jako *glitche* pulsarów. To są nagłe wzrosty prędkości rotacji gwiazd neutronowych pomimo stałego spadku ich momentu pędu.

Literatura:

1. G. WLAZŁOWSKI, K. SEKIZAWA, M. MARCHWIANY, P. MAGIERSKI, PHYS. REV. LETT. **120**, 253002 (2018)
2. P. MAGIERSKI, K. SEKIZAWA, G. WLAZŁOWSKI, PHYS. REV. LETT. **119**, 042501 (2017)
3. G. WLAZŁOWSKI, K. SEKIZAWA, P. MAGIERSKI, A. BULGAC, M.M. FORBES, PHYS. REV. LETT. **117**, 232701 (2016)

Słowa kluczowe: Bose-Einstein Condensate, Superfluids, Vortices, Vortex Reconnection, Quantum turbulence, Unitary Fermi Gas, Superfluid Density Functional Theory, Neutron stars, Glitches

