

Zgłoszenie tematu pracy dyplomowej magisterskiej
(semestr dyplomowy – letni 2022/2023)

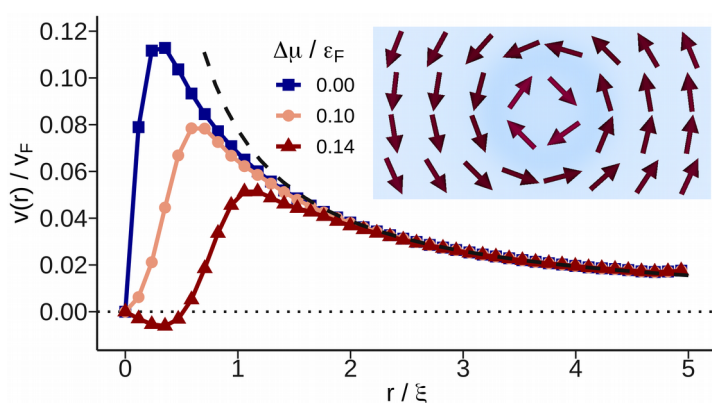
1. Podstawowe informacje na temat pracy dyplomowej magisterskiej <i>Basic information about the Master's diploma thesis</i>	
Tytuł w jęz. polskim <i>Title in Polish</i>	<i>Badanie oddziaływania wirów kwantowych w układzie nadciekłych fermionów ze spinową polaryzacją</i>
Tytuł w jęz. angielskim <i>Title in English</i>	<i>Investigation of vortex-vortex interaction in system of superfluid fermions with spin polarization</i>
Promotor <i>Master's thesis supervisor</i>	<i>Dr hab. inż. Gabriel Wlazłowski, prof. PW</i> gabriel.wlazlowski@pw.edu.pl , (+48) 22 234 5439
Drugi promotor <i>Second supervisor</i>	---
Uzasadnienie powołania drugiego promotora <i>Justification for the appointment of the second supervisor</i>	---
Specjalność <i>Specialty</i>	<input checked="" type="checkbox"/> Eksploracja danych i modelowanie interdyscyplinarne <i>Data mining and interdisciplinary modeling</i> <input type="checkbox"/> Fizyka medyczna <i>Medical physics</i> <input checked="" type="checkbox"/> Fizyka i technika jądrowa <i>Nuclear physics and technology</i> <input type="checkbox"/> Fizyka zaawansowanych materiałów <i>Advanced materials physics</i> <input type="checkbox"/> Optyka stosowana <i>Applied optics</i>

2. Opis pracy

Thesis description (in Polish; English version is acceptable only with the Dean's consent)

Wiry kwantowe są bezpośrednim przejawem nadciekłości. W układzie obrotowym tworzą regularne struktury znane jako sieci Abrikosowa. Układy takie eksperymentalnie realizowane są z udziałem ultrazimnych gazów atomowych. Obecnie możliwe jest tworzenie dowolnych struktur składających się z wirów kwantowych, dzięki tzw. metodzie nadruku fazy. W szczególności możliwe jest utworzenie pary wirów kwantowych, oddalonych od siebie o pewną odległość r . Otwiera to możliwość bezpośredniego badania oddziaływania pomiędzy wirami kwantowymi.

Celem tej pracy jest zbadanie właściwości wzajemnego oddziaływania wirów kwantowych w funkcji odległości względnej oraz funkcji polaryzacji spinowej układu. Badania pokazują, że polaryzacja spinowa znacząco modyfikuje strukturę wewnętrzną wiru, w szczególności powoduje pojawienie się odwróconego prądu wewnątrz rdzenia wiru, zobacz Rys. 1. Zadaniem dyplomanta będzie polegało na numerycznym zbadaniu, w jaki sposób modyfikacje te wpływają na oddziaływanie wirów kwantowych i czy mogą prowadzić do obserwowalnych efektów fizycznych. Symulacje numeryczne zostaną wykonane za pomocą metody opartej o Teorię Funkcjonału Gęstość (ang. Density Functional Theory, DFT).



Rys. 1. Pole prędkości (w jednostkach prędkości Fermiego v_F) w funkcji odległości od rdzenia (w jednostkach długości koherencji BCS ξ). Profile przedstawiono dla różnych polaryzacji spinowych mierzonych różnicą potencjałów chemicznych $\Delta\mu$. Dla wystarczająco dużej polaryzacji spinowej obserwujemy odwrócony kierunek przepływu w obszarze rdzenia (czerwona linia). Struktura rdzenia dla takiego przypadku jest uwidoczniona we wstawce: strzałki pokazują kierunek przepływu, podczas gdy mapa kolorów pokazuje rozkład gęstości płynu.

W badaniach zostanie wykorzystany pakiet numeryczny do obliczeń DFT dla układów nadciekłych, który zostanie udostępniony dyplomantowi przez promotora pracy. Do obliczeń będzie wymagane wykorzystanie superkomputerów. Obliczenia zostaną przeprowadzone na systemie obliczeniowym Okeanos (ICM, UW) lub systemie Prometeusz (ACK Cyfronet AGH).

3. Zakres zadań do wykonania przez dyplomanta

The scope of tasks to be performed by the graduate student (in Polish; English version is acceptable only with the Dean's consent)

1. Zapoznanie się z podstawowymi właściwościami wirów kwantowych [1,2].
2. Zapoznanie się z podstawami metody DFT oraz z ideą obliczeń samozgodnych [3,4].
3. Zapoznanie się z dostarczonym kodem numerycznym rozwiązującym równania DFT oraz z technikami prowadzenia obliczeń za pomocą superkomputerów [5].
4. Zaimplementowanie metody nadruku fazy do generacji pary wirów kwantowych oddległych od siebie o zadaną odległość.
5. Wykonanie obliczeń numerycznych dla różnych względnych odległości oraz różnych polaryzacji spinowych.
6. Analiza wyników, wyznaczanie oddziaływania wir-wir.

4. Bibliografia

Bibliography

1. C. J. Pethick, H. Smith, *Bose–Einstein condensation in dilute gases*, Cambridge University Press
2. H. Hu, X.-J. Liu, P.D. Drummond, *Visualization of Vortex Bound States in Polarized Fermi Gases at Unitarity*, Phys. Rev. Lett. 98, 060406 (2007).
3. Kieron Burke, et. al., *The ABC of DFT*, darmowy skrypt dostępny w internecie:
<https://dft.uci.edu/doc/g1.pdf>
4. C. Fiolhais, F. Nogueira, M. Marques, *A Primer in Density Functional Theory, Lecture Notes in Physics*, Springer, 2003.
Materiały do wykładu: *Modern Computing Technologies*,
<http://wlazlowski.fizyka.pw.edu.pl/NTO.html>

<p>5. Czy przewidywana jest publikacja związana z pracą dyplomową? <i>Is there any publication related to the thesis planned?</i></p>	<input type="checkbox"/> TAK (yes)
<p>6. Czy temat jest zarezerwowany dla konkretnego studenta? <i>Is the topic reserved for a specific student?</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/> TAK (yes)
<p>7. Czy temat był zgłaszany w poprzednich naborach? <i>Was the topic submitted in the previous calls?</i> Jeśli tak, proszę podać rok poprzedniego zgłoszenia. <i>If so, please provide the year of the previous submission.</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/> TAK (yes) ROK (year): 2021