

Zgłoszenie tematu pracy dyplomowej inżynierskiej (semestr dyplomowy – zimowy 2025/2026)

1. Podstawowe informacje na temat pracy dyplomowej inżynierskiej <i>Basic information about the Eng. diploma thesis</i>	
Tytuł w jęz. polskim <i>Title in Polish</i>	Modelowanie numeryczne dynamiki wiru kwantowego z uwzględnieniem efektów dyssypacyjnych
Tytuł w jęz. angielskim <i>Title in English</i>	Numerical modeling of quantum vortex dynamics with dissipative effects
Promotor <i>Thesis supervisor</i>	Dr hab. inż. Gabriel Wlazłowski, prof. uczelni gabriel.wlazlowski@pw.edu.pl
Drugi promotor <i>Second supervisor</i>	---
Uzasadnienie powołania drugiego promotora <i>Justification for the appointment of the second supervisor</i>	---
Kierunek <i>Field of study</i>	☐ Fizyka techniczna ☐ Fotonika <i>proszę zaznaczyć nazwę kierunku studiów, dla którego dedykowany jest temat pracy dyplomowej</i> <i>please indicate the name of the field of study for which the thesis title is dedicated</i>
Specjalność <i>Specialty</i>	<i>w przypadku kierunku Fizyka Techniczna proszę wskazać przynajmniej jedną specjalność</i> <i>please indicate at least one specialty from the following in the case of Technical Physics</i> ☐ Fizyka komputerowa ☐ Fizyka medyczna ☐ Materiały i nanostruktury ☐ Optoelektronika

2. Opis pracy

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

Badania na dynamiką wirów kwantowych stały się w ostatnich latach bardzo aktywnym obszarem badawczym, przede wszystkim dzięki rozwojowi nowych metod eksperymentalnych, które pozwalają na tworzenie tych wzbudzeń topologicznych w kontrolowanych warunkach [1]. Wykorzystanie wirów kwantowych w praktycznych zastosowaniach jest jednym z obszarów nowo powstającej dziedziny zwanej *atomtroniką* [2].

Dokładne modelowanie dynamiki wirów kwantowych jest złożonym problemem, wymagającym zazwyczaj rozwiązania wielociałowego równania Schrödingera. Istnieją jednak uproszczone modele, które pozwalają na uzyskanie istotnego wglądu w dynamikę wiru kwantowego bez potrzeby rozwiązywania skomplikowanego równania Schrödingera. Jednym z takich modeli jest kwazi-klasyczny model wiru punkowego (ang. *point vortex model*, PVM) [3,4]. Model ten pozwala na efektywne wyznaczenie dynamiki układu wielu wirów kwantowych w wyniku rozwiązania równań o strukturze podobnej do równań Newtona. W modelu tym można również uwzględnić wpływ sił tarcia wzajemnego, które w ogólności są zależne od temperatury oraz do pola prędkości względnej między wirem a składową normalną płynu kwantowego.

Praca inżynierska ma charakter programistyczno-badawczy. Celem pracy będzie skonstruowanie programu numerycznego do rozwiązywania równań PVM z uwzględnieniem sił dyssypacyjnych. Następnie student(ka) wykona badania dynamiki dla układów składających z kilku wirów kwantowych oraz porówna przewidywania modelu PVM z danymi eksperymentalnym lub przewidywaniami otrzymanymi w ramach obliczeń mikroskopowych. Kończącym celem pracy inżynierskiej będzie określenie przydatności modelu PVM w kontekście badania dynamiki wirów kwantowych w nadciężach fermionowych [5].

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 własnościami układów nadciężkich i wirów kwantowych [4].
2. Zapoznanie się z modelem wiru punkowego (ang. *point vortex model*, PVM) [3,4].
3. Stworzenie kodu numerycznego do rozwiązywania równań PVM.
4. Wykonanie badań dla dynamiki dla układów składających z kilku wirów kwantowych oraz porównanie wyników z dostępnymi danymi [1,5].
5. Napisanie pracy inżynierskiej, określenie przydatności modelu PVM w kontekście badania dynamiki wirów kwantowych w nadciężach fermionowych.

4. Bibliografia

Bibliography

1. Kwon, Woo Jin, et al. "Sound emission and annihilations in a programmable quantum vortex collider." *Nature* 600.7887 (2021): 64-69.
2. Amico, Luigi, et al. "Roadmap on Atomtronics: State of the art and perspective." *AVS Quantum Science* 3.3 (2021).
3. Kasamatsu, Kenichi, and Makoto Tsubota. "Quantised vortices in atomic Bose–Einstein condensates." *Progress in Low Temperature Physics* 16 (2009): 351-403.
4. Tsubota, Makoto, Michikazu Kobayashi, and Hiromitsu Takeuchi. "Quantum hydrodynamics." *Physics Reports* 522.3 (2013): 191-238.
5. Magierski, Piotr, et al. "Quantum vortices in fermionic superfluids: from ultracold atoms to neutron stars." *The European Physical Journal A* 60.9 (2024): 186.

5. Czy przewidywana jest publikacja związana z pracą dyplomową?

Is there any publication related to the thesis planned?

☐ TAK (yes)

6. Czy temat jest zarezerwowany dla konkretnego studenta?

Is the topic reserved for a specific student?

☐ TAK (yes)

7. **Czy temat był zgłaszany w poprzednich naborach?**
Was the topic submitted in the previous calls?
Jeśli tak, proszę podać rok poprzedniego zgłoszenia.
If so, please provide the year of the previous submission.

☐ TAK (yes)
ROK (year):