

**Zgłoszenie tematyki badawczej realizowanej w Instytucie Fizyki
w czasie kształcenia w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
w dyscyplinie Fizyka**

Imię i nazwisko proponowanego promotora/promotorów, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Dr hab. Nicholas Sedlmayr, prof. UMCS Katedra Fizyki Teoretycznej, Instytut Fizyka sedlmayr@umcs.pl
Imię i nazwisko proponowanego promotora pomocniczego (opcjonalnie), tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	-
Temat badawczy	Relaksacja i dynamika w topologicznych materiałach kwantowych w warunkach nierównowagowych
Syntetyczny opis tematyki badawczej (do 300 słów)	Topologia struktury pasmowej materiałów topologicznych mówi nam bezpośrednio o silnie chronionych i trudnych do zniszczenia stanach występujących na granicach. Jeden ze sposobów sterowania właściwościami tych układów polega na wyprowadzenie z równowagi termicznej. W ten sposób mody brzegowe można przesuwac, zmieniać, niszczyć lub tworzyć. Celem projektu jest przede wszystkim zbadanie, jak mody brzegowe zachowują się w warunkach nierównowagowych oraz opracowanie stosownych narzędzi do ich zrozumienia. Po drugie, zostanie podjęta próba rozszerzenia koncepcji topologii tych układów, oryginalnie bazującej na wielkościach zdefiniowanych w równowadze termicznej i w niskich temperaturach, na przypadek kiedy takie warunki fizyczne już nie obowiązują.
Dodatkowe wymagania w stosunku do kandydata	
Wskazanie źródeł i zakresu finansowania stypendium spoza subwencji	NCN OPUS 2024/53/B/ST3/02600 276000 PLN, 4 lata
Bibliografia	
Temat zgłoszony w ramach odrębnego limitu przyjęć do realizacji projektów badawczych finansowanych ze źródeł zewnętrznych. TAK/NIE* *Skreślić niewłaściwe	

**Submission of a research topic carried out at the Institute of Physics
during the training in the Doctoral School of Quantitative and Natural Sciences
in the discipline physics**

Full name of proposed supervisor(s), academic title/degree, department, e-mail address	Dr hab. Nicholas Sedlmayr, prof. UMCS Katedra Fizyki Teoretycznej, Institute of Physics sedlmayr@umcs.pl
Full name of proposed auxiliary supervisor (optional), academic title/degree, department, e-mail address	-
Research topic	Relaxation and Dynamics in Non-Equilibrium Topological Matter
Synthetic description of the research topic (up to 300 words)	In topological materials the topology of the material's bulk band structure tells us directly about strongly protected and hard to destroy states which live on their boundaries. One way of manipulating these systems is to push them far from thermal equilibrium. In this way the edge modes can be moved, changed, destroyed or created. The aim of this project is first to investigate how these edge modes behave out of equilibrium and to develop tools for understanding them. Second we will find out how to extend the concept of topology of these systems, which is based on quantities that can only be defined in thermal equilibrium and at low temperatures, when these conditions no longer hold.
Additional requirements for the candidate	
An indication of the sources and extent of funding for the scholarship from outside the subsidy	NCN OPUS 2024/53/B/ST3/02600 276000 PLN, 4 years
Bibliography	
The topic was submitted within a separate admissions limit for externally funded research projects. YES/NO* . *Select inappropriate	

**Zgłoszenie tematyki badawczej realizowanej w Instytucie Fizyki
w czasie kształcenia w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych
w dyscyplinie Fizyka**

Imię i nazwisko proponowanego promotora/promotorów, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Dr hab. Nicholas Sedlmayr, prof. UMCS Katedra Fizyki Teoretycznej, Instytut Fizyki sedlmayr@umcs.pl
Imię i nazwisko promotora pomocniczego (opcjonalnie), tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	-
Temat badawczy	Indeksy topologiczne dla nadprzewodników topologicznych i zerowych modów Majorany w złożonych łańcuchach Shiba
Syntetyczny opis tematyki badawczej (do 300 słów)	Domieszki osadzone w nadprzewodnikach mogą prowadzić do topologicznie nietrywialnych łańcuchów o egzotycznych właściwościach, takich jak zerowe mody Majorany. Takie kwazicząstki nie są ani fermionami, ani bozonami, ale podlegają nieabelowej statystyce anyonów. Rozważymy osadzanie różnych rodzajów domieszek w wielu dwuwymiarowych i trójwymiarowych strukturach krystalicznych. Obliczymy, jak określić topologię struktury pasmowej tych łańcuchów w różnych konfiguracjach, przewidując istnienie zerowych modów Majorany. Postaramy się zrozumieć w jakich warunkach topologia staje się istotna, kiedy można uzyskać mody brzegowe, w jakiej formie się one pojawiają, jak nimi manipulować i jak konstruować nowe materiały tego typu. Rozszerzymy także te pomysły na nowatorskie formy topologii, takie jak materiały topologiczne wyższego rzędu, w których na przykład układ dwuwymiarowy może mieć chronione zero- wymiarowe mody zlokalizowane w swoich narożach.
Dodatkowe wymagania w stosunku do kandydata	-
Wskazanie źródeł i zakresu finansowania stypendium spoza subwencji	-
Temat zgłoszony w ramach odrębnego limitu przyjęć do realizacji projektów badawczych finansowanych ze źródeł zewnętrznych. TAK /NIE*	
*Skreślić niewłaściwe	

Full name of proposed supervisor(s), academic title/degree, department, e-mail address	Dr hab. Nicholas Sedlmayr, prof. UMCS Katedra Fizyki Teoretycznej, Instytut Fizyki sedlmayr@umcs.pl
Full name of proposed auxiliary supervisor (optional), academic title/degree, department, e-mail address	-
Research topic	Topological Indices for Topological Superconductors and Majorana zero Modes in Complex Shiba Chains
Synthetic description of the research topic (up to 300 words)	Impurities embedded in superconductors can lead to topologically non-trivial chains with exotic properties, such as Majorana zero modes. These quasiparticles are neither fermions nor bosons but rather non-abelian anyons. We will consider embedding different types of impurities in a variety of two dimensional and three-dimensional crystal structures. We will calculate how to determine the band topology of these chains in different configurations, which predicts the existence of the Majorana zero modes. We want to understand when the topology becomes relevant, when the edge modes can be made and in which form they will appear, how to manipulate them, and how to engineer new such materials. We will also extend these ideas to novel forms of topology such as higher order topological materials in which, for example, a two dimensional system can have protected zero dimensional modes located at its corners.
Additional requirements for the candidate	-
An indication of the sources and extent of funding for the scholarship from outside the subsidy	-
Subject submitted under a separate admission limit for the implementation of research projects financed from external sources. YES /NO*	
*Delete inappropriate	