

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

Imię i nazwisko proponowanego promotora/promotorów, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Mariusz Krawiec, prof. dr hab, Katedra Fizyki Powierzchni i Nanostruktur, mariusz.krawiec@umcs.pl
Imię i nazwisko proponowanego promotora pomocniczego (opcjonalnie), tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	
Temat badawczy	Epitaksjalny silicen jako platforma do magazynowania wodoru w fazie stałej
Syntetyczny opis tematyki badawczej (do 300 słów)	Z powodu ciągłego wzrost globalnego zapotrzebowania na energię oraz wpływu zużycia paliw kopalnych na kwestie związane z globalnym ociepleniem, rozwój alternatywnych, zrównoważonych i odnawialnych źródeł energii staje się dość pilnym problemem. Skutecznym rozwiązaniem tych problemów może stanowić wodór, który jest uważany za idealną alternatywę dla paliw kopalnych. Główny problem technologii wodorowej wiąże się z opracowaniem metody wygodnego i niezawodnego przechowywania wodoru oraz jego uwalniania na żądanie. Jedną z takich obiecujących metod dotyczy idei układów magazynowania wodoru w fazie stałej. W tym kontekście szczególnie interesujące wydają się być materiały dwuwymiarowe (2D). Projekt proponuje wykorzystanie ekstremalnie dwuwymiarowego materiału – silicenu, jako platformy nowej generacji do przechowywania wodoru w stanie stałym. Silicen, materiał 2D o grubości jednego atomu, jest krzemowym odpowiednikiem dobrze znanego grafenu. Ze względu na swoje niezwykle właściwości elektronowe i strukturalne, silicen był eksplorowany głównie w kontekście nowoczesnej nanoelektroniki, ale jest również przedmiotem zainteresowania na polu wydajnego magazynowania wodoru. Wymaga jednak pewnej funkcjonalizacji, czyli modyfikacji jego właściwości fizykochemicznych, np. poprzez (i) syntezę różnych struktur silicenu na podłożu oraz (ii) dekorowanie go atomami metalicznych pierwiastków chemicznych. To powinno poprawić wydajność silicenu w kontekście pojemności wodorowej i energetyki, a także promować inne mechanizmy magazynowania wodoru.

	Celem projektu jest określenie mechanizmów i warunków odpowiedzialnych za wydajne magazynowanie wodoru w układach opartych na silicenie.
Dodatkowe wymagania w stosunku do kandydata	Podstawowa znajomość fizykochemii powierzchni. Doświadczenie z układami UHV (opcjonalnie).
Wskazanie źródeł i zakresu finansowania stypendium spoza subwencji	Projekt OPUS-23 NCN (nr 2022/45/B/ST5/01018) Dodatkowa kwota z projektu – 4000 PLN
Bibliografia	M. Krawiec, J. Phys.: Condens. Matter 30, 233003 (2018) P. De Padova, M. Krawiec, Encyclopedia of Condensed Matter Physics 2, 329 (2024)
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
during the training in the Doctoral School of Quantitative and Natural Sciences
in the discipline**

Full name of proposed supervisor(s), academic title/degree, department, e-mail address	Mariusz Krawiec, prof. dr hab, Department of Surface and Nanostructures Physics, mariusz.krawiec@umcs.pl
Full name of proposed auxiliary supervisor (optional), academic title/degree, department, e-mail address	
Research topic	Epitaxial silicene as a platform for solid-state hydrogen storage
Synthetic description of the research topic (up to 300 words)	Due to the continuous increase in the global energy demand and the effects of fossil fuel consumption on the global warming issues, the development of alternative, sustainable and renewable sources of energy becomes a matter of urgency. Hydrogen can provide an efficient solution to these problems and is considered as an ideal alternative to the fossil fuels. The main obstacle of the hydrogen technology is related to the development of a method for the convenient and reliable storage of hydrogen as well as on-demand releasing of it. One of such promising methods concerns the idea of solid-state hydrogen storage systems. In this context, two-dimensional (2D) materials. The project aims to utilize the ultimate 2D material – silicene as a next-generation platform for solid-state hydrogen storage. Silicene, a one-atom-thick 2D material, is a silicon counterpart of well known graphene. Owing to its remarkable electronic and structural properties, silicene was mainly explored in the context of modern nanoelectronics, but is also a subject of interest in the field of efficient hydrogen storage. However, it requires some functionalization, i.e. modifications of its physico-chemical properties, for example by: (i) synthesizing various silicene structures on the substrate, and (ii) decorating it by atoms of metallic chemical elements. This should improve the performance of silicene in the context of the hydrogen capacity and energetics, as well as promote other mechanisms of hydrogen storage. The goal of the project is to determine mechanisms and conditions responsible for efficient hydrogen storage in silicene-based systems.
Additional requirements for the candidate	Basic knowledge of surface physics and chemistry. Experience with UHV systems (optional).
An indication of the sources and extent of funding for the scholarship from outside the subsidy	Project OPUS-23 NCN (nr 2022/45/B/ST5/01018) Additional amount from the project – 4000 PLN
Bibliography	M. Krawiec, J. Phys.: Condens. Matter 30, 233003 (2018)

	P. De Padova, M. Krawiec, Encyclopedia of Condensed Matter Physics 2, 329 (2024)
The topic was submitted within a separate admissions limit for externally funded research projects. YES/NO*. *Select inappropriate	