

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej
w dyscyplinie nauki chemiczne**

w Jednostce: Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Dr hab. inż. Ewa Młynczak , Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera PAN, ewa.mlynczak@ikifp.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	Temat zagadnienia badawczego + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	„Wytwarzanie oraz charakteryzacja właściwości wybranych materiałów dwuwymiarowych oraz ich heterostruktur.” Materiały dwuwymiarowe (2D) stanowią bardzo ciekawą klasę nowoczesnych materiałów, ze względu na unikalne właściwości elektronowe, optyczne oraz transportowe. W wielu przypadkach (np. grafen, h-BN, dichalkogenki metali przejściowych) możliwe jest uzyskanie materiałów o grubości pojedynczej warstwy atomowej, które mogą być izolowane z materiałów objętościowych oraz przenoszone na wybrane podłoża. W innych przypadkach (np. antymonen, stanen), materiały 2D można wytwarzać przez naparowanie w warunkach próżniowych, jednak oddzielenie powstałych warstw od podłoża nie wydaje się możliwe. W ramach proponowanej pracy doktorskiej, doktorant będzie dopracowywał technikę wytwarzania pojedynczych warstw atomowych wybranych materiałów dwuwymiarowych, oraz badał ich właściwości za pomocą technik dostępnych w Laboratorium Nanostruktur Powierzchniowych IKiFP w Krakowie.

		W szczególności, do badań wykorzystany zostanie mikroskop elektronowy elektronów niskoenergetycznych (LEEM), który umożliwi charakteryzację struktury atomowej oraz właściwości elektronowych płatków materiałów dwuwymiarowych. Dodatkowo, możliwe jest tworzenie heterostruktur przez łączenie wybranych płatków różnych materiałów lub doparowanie heteroatomów za pomocą epitaksji z wiązek molekularnych. Dodatkowa charakteryzacja otrzymanych struktur będzie przeprowadzona za pomocą mikroskopii sił atomowych (AFM). Planowane są również badania elektronowej struktury pasmowej wytworzonych materiałów 2D za pomocą fotoemisyjnej mikroskopii elektronów (PEEM), która jest dostępna w synchrotronie Solaris w Krakowie.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Magisterium z chemii, fizyki lub dziedziny pokrewnej. Zainteresowanie fizyką (chemią) ciała stałego. Zainteresowanie pracą eksperymentalną, chęć pogłębiania wiedzy w nowej dziedzinie. Umiejętność pracy zarówno samodzielnej jak i w zespole. Biegła znajomość języka angielskiego (w mowie i piśmie). Znajomość technik ultrawysokiej próżni będzie dodatkowym atutem.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Możliwość ubiegania się o dodatkowe finansowanie w Narodowym Centrum Nauki w ramach konkursu typu PRELUDIUM.

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Dr hab. inż. Ewa Młynczak , Jerzy Haber Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences. ewa.mlynczak@ikifp.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	

3	Research subject title Short description, up to 250 words	“Fabrication and Characterization of Selected Two-Dimensional Materials and Their Heterostructures.” Two-dimensional (2D) materials constitute a very interesting class of modern materials due to their unique electronic, optical, and transport properties. In many cases (e.g., graphene, h-BN, transition metal dichalcogenides), it is possible to obtain materials with a thickness of a single atomic layer, which can be exfoliated from bulk crystals and transferred onto selected substrates. In other cases (e.g., antimonene, stanene), 2D materials can be fabricated by deposition under vacuum conditions, however, separating the resulting layers from the substrate does not seem feasible. Within the proposed PhD project, the doctoral candidate will develop techniques for the fabrication of single-atomic-layer sheets of selected two-dimensional materials and investigate their properties using the experimental facilities available at the Surface Nanostructures Laboratory in ICSC in Kraków. In particular, a low-energy electron microscope (LEEM) will be used to characterize the atomic structure and electronic properties of 2D material flakes. Additionally, heterostructures may be fabricated by stacking selected flakes of different materials or by depositing heteroatoms using molecular beam epitaxy (MBE). Further characterization of the obtained structures will be performed using atomic force microscopy (AFM). Studies of the electronic band structure of the fabricated 2D materials are also planned using photoemission electron microscopy (PEEM), available at the Solaris synchrotron in Kraków.

4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Master's in Chemistry, Physics or a similar discipline. Interest in solid state physics (chemistry). Interest in the experimental work and willingness to explore a new field. Ability to work both independently as well as a part of a team. Fluent English (spoken and written). Familiarity with ultrahigh vacuum techniques will be a plus.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Possibility to apply for financing to National Research Center NCN within programs such as PRELUDIUM.