

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

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego  
Polskiej Akademii Nauk**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Katarzyna Pogoda  Dr hab.  Zakład Fizyki Biologicznej i Nanospektroskopii IFJ PAN  katarzyna.pogoda@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	<b>Temat zagadnienia badawczego</b> + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<b>Efekt lokalnego wzmocnienia pola elektromagnetycznego w badaniach błon biologicznych techniką AFM-IR</b>  Rozwój metod spektroskopowych umożliwiających prowadzenie pomiarów w nanoskali otworzył nowe perspektywy badawcze. Technika AFM - IR łącząca mikroskopię sił atomowych (AFM) ze spektroskopią absorpcyjną w podczerwieni (IR) pozwala na badanie struktur biologicznych o rozmiarach rzędu kilku nanometrów. Idea pomiaru AFM-IR zakłada wykorzystanie efektu termicznej ekspansji zachodzącej w próbce, który jest wprost proporcjonalny do absorpcji promieniowania padającego. W celu przeprowadzenia pomiarów cienkich próbek konieczne jest zastosowanie odpowiedniej powierzchni, która wzmacnia rejestrowany sygnał spektralny. Głównym tematem pracy doktorskiej będzie zbadanie efektu tego wzmocnienia na powierzchniach metali o różnych właściwościach plazmonowych w badaniach nanometrycznych układów biologicznych. Dotychczasowe analizy wykazały, że efekt ten dla techniki AFM-IR można uzyskać stosując powierzchnie pokryte metalami takimi jak złoto lub srebro, które wykazują efekt plazmonowy, powodujący wzrost lokalnego pola elektromagnetycznego. W konwencjonalnych

		<p>technikach powierzchniowo-wzmocnionych takich jak: powierzchniowowzmocniony efekt Ramana (SERS) lub powierzchniowowzmocniona spektroskopia absorpcyjna w podczerwieni (SEIRA) stosuje się nanocząstki metali srebra, złota lub platyny.</p> <p>Celem pracy będzie przeprowadzenie systematycznych pomiarów, które pozwolą na poznanie i zrozumienie wpływu zastosowanej powierzchni metalu na otrzymane wzmocnienie sygnału spektralnego AFM-IR. Zadaniem doktoranta będzie pomiar błon lipidowych osadzonych na powierzchniach metali o różnym stopniu chropowatości i rozmiarach nanocząstek, tzn. w postaci mono- i multiwarstw oraz na powierzchniach płaskich. Otrzymane wyniki pozwolą na zrozumienie oraz opis efektu wzmocnienia sygnału spektralnego w technice AFM-IR w oparciu o rezonans plazmonów powierzchniowych.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tytuł magistra w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych</li> <li>- znajomość podstaw spektroskopii oscylacyjnej i/lub mikroskopii sił atomowych</li> <li>- doświadczenie w pracy z aparaturą naukowo-badawczą</li> <li>- podstawowe umiejętności programistyczne</li> <li>- umiejętność pracy zespołowej</li> <li>- dobra znajomość języka angielskiego</li> </ul>
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Realizacja tematu badawczego będzie sfinansowana ze środków pochodzących z projektu NCN Sonata BIS nr 2021/42/E/ST4/00407

1	<b>Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address</b>	<p>Katarzyna Pogoda</p> <p>Dr hab.</p> <p>Department of Biological Physics and Nanospectroscopy IFJ PAN</p> <p>katarzyna.pogoda@ifj.edu.pl</p>
---	--	--

2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<p><b>The effect of a local electromagnetic field enhancement in the study of biological membranes using the AFM-IR technique</b></p> <p>Development of spectroscopic methods, which enable conducting measurements at the nanoscale has opened up new research perspectives. The AFM - IR technique, which combines atomic force microscopy (AFM) with infrared absorption spectroscopy (IR), allows the study of biological structures with dimensions of few nanometers. The idea of AFM-IR measurements assumes the use of the thermal expansion effect occurring within the sample, which is directly proportional to the absorption of the incident radiation. In order to measure very thin samples, it is necessary to use an appropriate surface to enhance the recorded spectral signal. The main topic of the doctoral dissertation will be to study the effect of enhancement on the metal surfaces with different plasmonic properties in biological research performed in the nanoscale. Previous analysis have shown that the effect of enhancement can be obtained by using metal surfaces such as gold or silver, which show a plasmonic properties, causing an enhancement of the local electromagnetic field. Conventional surface-enhanced techniques such as surface-enhanced Raman effect (SERS) or surface-enhanced infrared absorption spectroscopy (SEIRA) use silver, gold or platinum metal nanoparticles. The aim of the work will be to perform systematic measurements that allow to recognize and understand the influence of the applied metal surface on the obtained AFM-IR spectral signal enhancement. The role of the PhD student will be to measure membrane vesicles deposited on the metal surfaces with various degrees of roughness and sizes of nanoparticles, in the form of mono- and multilayers and flat surfaces. The obtained results will serve to describe and explain the spectral signal amplification effect in the AFM-IR technique based on the surface plasmon resonance.</p>

4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	<p>Master degree in Physics, Chemistry or related discipline</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- knowledge of the basics of vibrational spectroscopy and atomic force microscopy</li> <li>- experience in working with scientific instrumentation</li> <li>- basic programming skills - teamwork skills</li> <li>- good knowledge of the English language</li> </ul>
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	<p>PhD scholarship will be financed from the NCN research project no 2021/42/E/ST4/00407</p>