

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej
w dyscyplinie inżynieria materiałowa**

w Jednostce: Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Dr hab. Piotr Panek, prof. Instytutu IMIM PAN w Krakowie panek.p@imim.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego, jednostka, adres e-mail	Dr Katarzyna Gawlińska-Nęcek IMIM PAN w Krakowie gawlinska.k@imim.pl
3	Temat pracy badawczej + krótki opis	<p>Analiza wpływu właściwości optycznych i elektrycznych wybranych tlenków metali na parametry pracy ogniw perowskitowych oraz badanie ich oddziaływań z komponentami ogniw.</p> <p>W ramach prac doktorant będzie uczestniczył w wytwarzaniu wybranych tlenków metali, takich jak CuO, Cu₂O, ZnO, Al₂O₃, TiO₂, SnO₂ a także delafosytów z wykorzystaniem metod mokrych takich jak spin-coating, spray-coating, CBD (chemical bath deposition) oraz technik próżniowych ALD i PVD. Otrzymane warstwy będą charakteryzowane pod kątem właściwości optycznych, elektrycznych i morfologicznych za pomocą spektrofotometru UV-Vis, elipsometru optycznego oraz elektronowego mikroskopu skaningowego. Powłoki charakteryzowane będą również pod względem strukturalnym i powierzchniowym na stanowiskach XRD oraz sondy Kelvina. Dodatkowo doktorant będzie miał możliwość wykonywania badań mikroskopowych z zastosowaniem mikroskopii sił atomowych (AFM).</p> <p>Szczególny nacisk będzie położony na analizę interakcji badanych tlenków z perowskitem oraz z pozostałymi komponentami ogniw perowskitowych, a także na powiązanie metody i parametrów procesu wytwarzania z właściwościami materiałowymi, które wpływają na parametry optyczne i elektryczne ogniw.</p> <p>Celem naukowym pracy będzie określenie wpływu właściwości optycznych i elektrycznych tlenków na wydajność i stabilność ogniw perowskitowych.</p>

4	Wymagania w stosunku do kandydata	<ul style="list-style-type: none"> • Ukończone studia magisterskie w dziedzinie fizyki, chemii, inżynierii materiałowej, nanotechnologii lub pokrewnych. • Dobra znajomość zagadnień związanych z materiałami półprzewodnikowymi, tlenkami metali oraz ich właściwościami optycznymi i elektrycznymi. • Praktyczna znajomość metod wytwarzania cienkich warstw, takich jak ALD, PVD lub techniki termiczne. • Zdolność do analizy właściwości materiałowych i korelowania ich z parametrami procesów technologicznych oraz właściwościami użytkowymi. • Podstawowa znajomość oprogramowania stosowanego w inżynierii materiałowej, takiego jak APSYS, lub gotowość do jego szybkiego opanowania. • Zainteresowanie tematyką ogniw słonecznych. • Motywacja do prowadzenia badań naukowych, publikowania wyników w renomowanych czasopismach oraz udziału w konferencjach naukowych. • Umiejętność pracy w zespole badawczym. • Dobra organizacja pracy i zdolność do realizacji wyznaczonych celów w określonym czasie. • Dobra znajomość języka angielskiego, zarówno w mowie, jak i piśmie, umożliwiająca pracę z literaturą naukową oraz przygotowywanie publikacji.
5	Wskazanie źródeł finansowania	SONATA 20 - projekt: Wyjaśnienie mechanizmu przemian perowskitu indukowanych dyfuzją jonów miedzi z warstwy HTL i jego znaczenie dla stabilności ogniw słonecznych)

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Piotr Panek, prof. Institute IMIM PAN Krakow panek.p@imim.pl
2	Auxiliary supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Ph. D. Katarzyna Gawlińska-Nęcek IMIM PAN Krakow gawlinska.k@imim.pl
3	Research subject Title, Short description	<p>Analysis of the Impact of Optical and Electrical Properties of Selected Metal Oxides on the Performance Parameters of Perovskite Solar Cells and Their Interactions with Cell Components</p> <p>As part of their work, the doctoral student will participate in the fabrication of selected metal oxides, such as CuO, Cu₂O, ZnO, Al₂O₃, TiO₂, SnO₂, and delafossites, using wet methods like spin-coating, spray-coating, and Chemical Bath Deposition (CBD), as</p>

		<p>well as vacuum-based techniques such as ALD and PVD. The fabricated layers will be characterized in terms of their optical, electrical, and morphological properties using UV-Vis spectrophotometry, optical ellipsometry, and scanning electron microscopy (SEM). The coatings will also be analyzed for their structural and surface properties using XRD and Kelvin probe techniques. Additionally, the doctoral student will have the opportunity to perform advanced microscopy studies using Atomic Force Microscopy (AFM). A special emphasis will be placed on analyzing the interactions between the studied oxides and the perovskite material, as well as with other components of perovskite solar cells. The work will focus on linking the fabrication methods and process parameters with material properties that influence the optical and electrical performance of the cells. The scientific goal of the project is to determine the impact of the optical and electrical properties of metal oxides on the efficiency and stability of perovskite solar cells.</p>
4	Additional requirements to the candidate	<ul style="list-style-type: none"> • A master's degree in physics, chemistry, materials engineering, nanotechnology, or a related field. • A strong understanding of topics related to semiconductor materials, metal oxides, and their optical and electrical properties. • Practical experience with thin-film fabrication methods such as ALD, PVD, or thermal techniques. • Ability to analyze material properties and correlate them with fabrication processes and functional parameters. • Basic knowledge of materials engineering software such as APSYS, or a willingness to quickly learn its application. • Interest in the field of solar cells and renewable energy technologies. • Motivation to conduct scientific research, publish findings in high-impact journals, and participate in scientific conferences. • Strong teamwork skills and the ability to collaborate within a research team. • Excellent organizational skills and the ability to meet research objectives within set timeframes. • Proficiency in English, both spoken and written, enabling effective work with scientific literature and preparation of publications.
5	Sources of financing	SONATA 20, project: Explanation of the mechanism of perovskite transformation induced by copper ion diffusion from the HTL layer and its importance for solar cell stability.