

Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice for academic year 2026/2027

<p>Nauki chemiczne temat nr 7</p>	<p>Chemical sciences topic No. 7</p>
<p>Modyfikacje ogniw barwnikowych w kierunku poprawy ich sprawności i stabilności</p>	<p>Modifications of dye-sensitized solar cells to improve their efficiency and stability</p>
<p>PhD supervisor: prof. dr. hab. inż. Ewa Schab-Balcerzak</p>	
<p>Krótką charakterystyką założeń i celów badawczych Fotowoltaika (PV) jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Spośród różnych kierunków rozwoju fotowoltaiki na szczególną uwagę zasługują ogniwa PV, w których stosuje się materiały organiczne tzw. ogniwa trzeciej generacji. Wśród tego typu urządzeń PV wiele uwagi poświęca się ogniwom barwnikowym (DSSCs z ang.) ze względu na ich istotne zalety, takie jak niski koszt produkcji, prosty sposób wytwarzania, czy też zdolność pracy w różnych warunkach oświetlenia, jednakże niższa ich sprawność niż typowych ogniw krzemowych skłania do doskonalenia technologii DSSC. Zwiększenie wydajności i stabilności tego typu ogniw wymaga kompleksowego podejścia, w którym należy brać pod uwagę zarówno opracowanie nowych materiałów jak i aspekty konstrukcyjne z uwzględnieniem warunków eksperymentalnych przygotowania poszczególnych elementów ogniwa. Celem pracy doktorskiej będzie opracowanie i optymalizacja ogniw barwnikowych w kierunku poprawy ich sprawności i stabilności poprzez zastosowanie syntezowanych materiałów organicznych oraz dodatkowe modyfikacje struktury ogniwa. Realizacja celu będzie obejmowała kilka etapów: (i) projektowanie, syntezę oraz charakterystykę nowych materiałów organicznych, czyli barwników oraz fluoroforów wykazujących dobrą rozpuszczalność oraz odpowiednie właściwości termiczne, optyczne i elektrochemiczne wymagane do zastosowań w ogniwach PV, (ii) badania korelacji struktury otrzymanych związków oraz ich właściwości fizykochemicznych, (iii) zastosowanie syntezowanych związków do</p>	<p>Brief description of research assumptions and goals Photovoltaics (PV) is currently the fastest growing sector of renewable energy production. Among the various directions of development in photovoltaics, PV cells that use organic materials, known as third-generation cells, deserve special attention. Among this type of PV devices, much attention is paid to dye-sensitized solar cells (DSSCs) due to their significant advantages, such as low production cost, simple manufacturing process, and the ability to operate in various lighting conditions. However, their lower efficiency compared to typical silicon cells prompts the improvement of DSSC technology. Increasing the efficiency and stability of this type of cell requires a comprehensive approach, which must take into account both the development of new materials and design aspects, considering the experimental conditions for the preparation of individual cell components. The aim of the doctoral thesis will be develop and optimize dye-sensitized solar cells in order to improve their efficiency and stability through the use of newly synthesized organic materials and additional modifications of the device structure. The objective will be achieved in the following stages: (i) design, synthesis, and characterization of new organic materials: dyes and fluorophores exhibiting good solubility and suitable thermal, optical, and electrochemical properties required for use in photovoltaic cells, (ii) studying the correlation between the structure of the obtained compounds and their physicochemical properties, (iii) using the synthesized compounds to prepare photoanodes, which will be characterized in terms of their morphology and optical properties, (iv) the</p>

<p>przygotowania fotoanod, które będą charakteryzowane pod kątem ich morfologii oraz właściwości optycznych, (iv) optymalizację fotoanod uwzględniającą zawartość syntezowanych związków, (v) fotoanody będą wykorzystane do konstrukcji ogniw barwnikowych, których parametry fotowoltaiczne w tym sprawność konwersji energii w elektryczną będą wyznaczone z pomiarów prądowo-napięciowych, (vi) przeprowadzenie modyfikacji struktury ogniwa dla DSSCs o najwyższej sprawności obejmujące wprowadzenie dodatkowych warstw (blokującej, rozpraszającej) oraz elektrolitu żelowego i zwiększenie powierzchni aktywnej ogniw ze standardowo badanej 0,36 do 20,25 cm² oraz (vii) analiza stabilności parametrów PV wybranych DSSCs w czasie. Jako barwniki zastosowane będą syntezowane gł. pochodne trójfenyloaminy, komercyjny barwnik metaloorganiczny (N719) oraz ich mieszaniny o dobranym stosunku barwników. Syntezowane fluorofory zawierać będą odpowiednie elementy strukturalne umożliwiające wytworzenie wiązania kowalencyjnego z półprzewodzącym tlenkiem TiO₂ stanowiącym warstwę anody ogniwa DSSC oraz intensywną absorpcją promieniowania w zakresie UV i emisję światła, które będzie absorbowane przez cząsteczki barwnika.</p>	<p>photoanodes will be used to construct dye-sensitized solar cells, whose photovoltaic parameters including the power conversion efficiency will be estimated from current-voltage measurements, (v) modifying the cell structure for DSSCs with the highest efficiency, including the introduction of additional layers (blocking, scattering) and gel electrolyte and increasing the active surface area of the cells from the standard tested 0.36 to 20.25 cm², and (vi) analyzing the stability of PV parameters of selected DSSCs over time. The dyes used will be mainly synthesized triphenylamine derivatives, a commercial organometallic dye (N719), and its mixtures with a selected dye ratio. The synthesized fluorophores should contain appropriate structural elements enabling the formation of a covalent bond with the semiconducting oxide TiO₂ constituting the anode layer of the DSSC cell and intense absorption of radiation in the UV range and emission of light.</p>
<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny Planowane badania w ramach pracy doktorskiej przyczynią się do rozwoju dyscypliny poprzez znaczne rozszerzanie wiedzy dotyczącej modyfikacji wybranych elementów DSSC oraz mogą prowadzić do otrzymania ogniw o polepszonych parametrach i wymiarach komercyjnych.</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline The research planned as the doctoral thesis will contribute to the development of the discipline by significantly expanding knowledge about the modification of selected DSSC elements and may lead to the production of cells with improved parameters and commercial dimensions.</p>
<p>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata Wiedza dotycząca syntezy organicznej, właściwości termicznych, optycznych i elektrochemicznych związków organicznych i działania ogniw barwnikowych Umiejętność syntezy organicznej, oczyszczania związków organicznych metodą chromatografii kolumnowej, charakterystyki strukturalnej związków organicznych za pomocą spektroskopii NMR i FTIR. Umiejętność współpracy.</p>	<p>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate Knowledge of organic synthesis, thermal, optical, and electrochemical properties of organic compounds, and the operation of dye-sensitized solar cells. Ability to perform organic synthesis, purify organic compounds using column chromatography, and characterize the structure of organic compounds using NMR and FTIR spectroscopy. Ability to work in a team.</p>