



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna, PG_00070195						
Kierunek studiów	Technologie wodorowe i elektromobilność						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2026 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu	2025/2026				
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć	Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć specjalnościowych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki				
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji	na uczelni				
Rok studiów	1	Język wykładowy	polski				
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS	3.0				
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia	egzamin				
Jednostka prowadząca	Wydział Politechniki Gdańskiej -> Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Inżynierii Materiałów Funkcjonalnych						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Joanna Wysocka prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński					
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	15.0	0.0	15.0	45
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Adresy kursu na platformie eNauczanie: Moodle ID: 5613 Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/2025/course/view.php?id=5613">https://enauczanie.pg.edu.pl/2025/course/view.php?id=5613</a>							
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach	Praca własna studenta	RAZEM		
	Liczba godzin pracy studenta	45	3.0	27.0	75		
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest przekazanie pogłębionej wiedzy o elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS) jako metodzie badania procesów elektrodowych i właściwości materiałów. Studenci poznają podstawy teoretyczne impedancji, modele obwodów zastępczych oraz zasady poprawnego pomiaru i walidacji danych. W ramach laboratorium wykonują pomiary EIS układów elektrochemicznych i materiałowych, a w ramach seminarium analizują i prezentują wybrane zastosowania metody. Przedmiot przygotowuje do samodzielnego stosowania EIS w pracy badawczej.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	<p>[K7_U08] potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz ich rozwiązywaniu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne,</li> <li>– dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne,</li> <li>– dokonać wstępnej oceny ekonomicznej proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich</li> </ul>	<p>Student potrafi dopasować model obwodu zastępczego do danych pomiarowych, ocenić jakość dopasowania i wiarygodność wyznaczonych parametrów oraz zwalidować dane (test Kramersa-Kroniga).</p>	<p>[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji</p>
	<p>[K7_U12] potrafi w pogłębionym stopniu analizować działanie elementów, układów i systemów związanych z kierunkiem technologie wodorowe i elektromobilność oraz mierzyć ich parametry i badać charakterystyki techniczne, a także planować i przeprowadzać eksperymenty związane z kierunkiem technologie wodorowe i elektromobilność, w tym symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski</p>	<p>Student potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiar EIS układu elektrochemicznego, dobrać zakres częstotliwości i warunki pomiaru oraz zinterpretować uzyskane widmo.</p>	<p>[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania</p>
	<p>[K7_W02] zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane prawa i zjawiska fizyczne oraz metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z dziedziny nauk technicznych, dotyczącą urządzeń, układów oraz instalacji wodorowych i systemów automatyki</p>	<p>Student zna i rozumie podstawy fizyczne impedancji oraz zjawiska i procesy elektrodowe opisywane metodą EIS, w tym znaczenie elementów obwodów zastępczych i warunki poprawnego pomiaru.</p>	<p>[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej</p>

Treści przedmiotu	Treści przedmiotu - wykład		
	W1 – Wprowadzenie do EIS. Impedancja i admitancja, wielkości zespolone.		
	W2 – Prąd zmienny w obwodach: reaktancja, przesunięcie fazowe, reprezentacja zespolona.		
	W3 – Elementy obwodów zastępczych: R, C, L; elementy rozłożone.		
W4 – Element stałofazowy (CPE) i element Warburga — znaczenie fizyczne.			
W5 – Reprezentacje danych: wykresy Nyquista i Bode'a.			
W6 – Modele obwodów zastępczych; obwód Randlesa.			
W7 – Procesy elektrodowe: opór przeniesienia ładunku, pojemność warstwy podwójnej.			
W8 – Transport masy: impedancja Warburga, dyfuzja skończona.			
W9 – Aparatura: potencjostat/analizator FRA; warunki liniowości i stacjonarności.			
W10 – Walidacja pomiaru: przyczynowość, stabilność, test Kramersa-Kroniga.			
W11 – Dopasowanie modeli (fitting): kryteria jakości, błędy parametrów.			
W12 – EIS w badaniach korozji: opór polaryzacji, ocena powłok.			
W13 – EIS ogniw paliwowych, elektrolizerów i baterii.			
W14 – EIS materiałów: przewodniki jonowe, granice ziaren, geometria pomiaru.			
W15 – Techniki zaawansowane: rozkład czasów relaksacji (DRT), pomiary operando. Podsumowanie.			
Treści przedmiotu - laboratoria	L1 – Obsługa potencjostatu z modułem FRA; konfiguracja pomiaru EIS i dobór parametrów.		
	L2 – Pomiar układu modelowego (obwód RC / Randlesa); identyfikacja elementów.		
	L3 – EIS w korozji: wyznaczanie oporu polaryzacji i ocena powłoki ochronnej.		
	L4 – EIS ogniwa/elektrolizera lub przewodnika jonowego; interpretacja widma.		
	L5 – Dopasowanie modelu obwodu zastępczego do danych; opracowanie sprawozdania.		
Treści przedmiotu - seminarium	Prezentacja przez studentów wybranego zagadnienia przez studentów - na bazie współczesnej literatury naukowej		
Wymagania wstępne i dodatkowe			
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa ocena końcowej
	egzamin (test)	50.0%	50.0%
	zaliczenie laboratorium (sprawozdania)	50.0%	30.0%
	prezentacja seminaryjna	50.0%	20.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	Barsoukov & Macdonald, <i>Impedance Spectroscopy</i> , Wiley; Orazem & Tribollet, <i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> , Wiley	
	Uzupełniająca lista lektur	<i>Electrochemical Impedance Spectroscopy</i> , Andrzej Lasia	

	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Interpretacja wykresu Nyquista układu Randlesa; fizyczne znaczenie CPE i elementu Warburga; warunki poprawnego pomiaru EIS i test Kramersa-Kroniga; wyznaczenie oporu polaryzacji z widma impedancyjnego.	
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.