



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Elektryczne metody charakteryzacji materiałów, PG_00070177						
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 obowiązkowych z zakresu kierunku studiów 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	Wydziały 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	prof. dr hab. inż. Piotr Jasiński mgr inż. Bartłomiej Lemieszek mgr inż. Justyna Ignaczak dr inż. Maciej Haras					
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	15.0	0.0	0.0	45
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Adresy kursu na platformie eNauczanie: Moodle ID: 5612 Elektryczne metody charakteryzacji materiałów <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/2025/course/view.php?id=5612">https://enauczanie.pg.edu.pl/2025/course/view.php?id=5612</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 elektrycznych metodach charakteryzacji materiałów oraz wykształcenie umiejętności ich praktycznego stosowania. Studenci poznają stało- i zmiennoprądowe techniki pomiaru przewodności, metody pomiaru rezystancji powierzchniowej i kontaktowej, a także zjawiska termoelektryczne i wyznaczanie liczb przenoszenia. W ramach laboratorium samodzielnie wykonują pomiary, dobierają metodę do badanego materiału oraz interpretują uzyskane wyniki. Przedmiot przygotowuje do charakteryzacji materiałów w pracy badawczej.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U02] potrafi wykonywać zadania związane z kierunkiem technologie wodorowe i elektromobilność oraz formułować i rozwiązywać problemy z wykorzystaniem nowej wiedzy z fizyki i innych dziedzin nauki	Student potrafi rozwiązywać problemy pomiarowe z zakresu charakteryzacji elektrycznej materiałów, wykorzystując wiedzę z fizyki ciała stałego i elektrochemii, dobrać odpowiednią technikę do wyznaczenia danej właściwości oraz ocenić ograniczenia i źródła błędów zastosowanej metody.	[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji
	[K7_W01] zna i rozumie w pogłębionym stopniu matematykę w zakresie niezbędnym do formułowania i rozwiązywania złożonych zagadnień związanych z kierunkiem technologie wodorowe i elektromobilność	Student zna i rozumie podstawy matematyczne opisu elektrycznych właściwości materiałów, w tym zależności funkcyjne charakterystyk, dopasowanie modeli do danych pomiarowych oraz analizę niepewności, niezbędne do ilościowej interpretacji wyników charakteryzacji.	[SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji
	[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	Student potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiary elektrycznych właściwości materiałów (przewodność stała- i zmiennoprądowa, charakterystyki prądowo-napięciowe, zależności temperaturowe), dobrać metodę i geometrię pomiaru do badanego materiału, a także zinterpretować uzyskane wyniki i wyciągnąć wnioski o właściwościach elektrycznych badanych układów.	[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
	[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	Student zna i rozumie zjawiska fizyczne leżące u podstaw elektrycznych metod charakteryzacji materiałów (przewodnictwo elektronowe i jonowe, polaryzacja dielektryczna, zjawiska transportu ładunku) oraz zasady działania, zakres stosowalności i ograniczenia stosowanych technik pomiarowych.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
Treści przedmiotu	<p>Treści przedmiotu - wykład</p> <p>W1 – Podstawy przewodnictwa elektrycznego. Stałoprądowe (DC) metody pomiaru przewodności: układy dwu- i czteropunktowe.</p> <p>W2 – Pogłębione pomiary DC: konfiguracje pomiarowe, rezystancja stykowa i powierzchniowa, metoda van der Pauw, źródła błędów.</p> <p>W3 – Zmiennoprądowe (AC) metody pomiaru: konduktometria, polaryzacja elektrod, podstawy spektroskopii impedancyjnej w charakteryzacji materiałów.</p> <p>W4 – Elektroda referencyjna: rodzaje, zasada działania i poprawny pomiar potencjału w układach elektrochemicznych.</p> <p>W5 – Zjawisko termoelektryczne: historia, fizyka i pomiar współczynnika Seebecka.</p> <p>W6 – Liczby przenoszenia (transport numbers): rozdział przewodnictwa jonowego i elektronowego, metody wyznaczania.</p> <p>Treści przedmiotu - laboratoria</p> <p>L1 – Pomiar rezystancji metodą dwu- i czteropunktową; eliminacja rezystancji stykowej, wyznaczenie rezystywności i przewodności.</p> <p>L2 – Konduktometria roztworów wodnych: pomiar przewodności prądem zmiennym, efekty polaryzacji, cele 2- i 4-elektrodowe.</p> <p>L3 – Pomiar oporu właściwego i przewodności metodą van der Pauw; wpływ geometrii i kontaktów na dokładność.</p> <p>L4 – Pomiar rezystancji powierzchniowej (sheet resistance) sondą czteropunktową; współczynniki korekcji geometrycznej.</p> <p>L5 – Pomiar rezystancji kontaktowej (ASR) metodą DC i jednoczęstotliwościową EIS; zależność temperaturowa i charakter przewodnictwa warstw.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe			
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	test zaliczeniowy	50.0%	60.0%
	zaliczenie laboratorium (sprawozdania)	50.0%	40.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	D.K. Schroder, Semiconductor Material and Device Characterization, Wiley, Hoboken, 2006.	

	Uzupełniająca lista lektur	E. Barsoukov, J.R. Macdonald, Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications, Wiley, Hoboken, 2018. L.J. van der Pauw, A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape, Philips Research Reports, 1958.
	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Różnice między metodą dwu- i czteropunktową; zasada metody van der Pauw; pomiar i interpretacja rezystancji powierzchniowej; pomiar ASR metodą DC i EIS oraz rozróżnienie przewodnictwa metalicznego i półprzewodnikowego; fizyka i pomiar współczynnika Seebecka; liczby przenoszenia.	
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.