

## Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Metody spektroskopowe w nanotechnologii, PG_00057509						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2024 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych 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			angielski		
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS			4.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. inż. Agnieszka Witkowska				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć i metody nauczania	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						
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		2.0		53.0	100
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzenie podstaw teoretycznych i praktycznych spektroskopii ciała stałego, zapoznanie studentów z rodzajami metod spektroskopowych, sposobami interpretacji widm, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości zastosowania tej techniki w badaniach nanostrukturalnych układów.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_K03] Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role. Potrafi dokonywać samooceny oraz konstruktywnej oceny efektów pracy innych osób.	Student ćwiczenia laboratoryjne (pomiary, analiza danych i dyskusja wyników) wykonuje w grupie dwu-, trzy-osobowej, dzięki temu potrafi współdziałać i pracować w grupie. Przygotowując raport końcowy z realizowanego zadania dokonuje konstruktywnej oceny efektów swojej pracy i innych.	[SK4] Ocena umiejętności komunikacji, w tym poprawności językowej [SK1] Ocena umiejętności pracy w grupie
	[K7_W03] Ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie fizyki, chemii, technologii i zastosowań nanostruktur.	Na przedmiocie student zdobywa wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju metod spektroskopowych i najnowszych odkryciach związanych z badaniami spektroskopowymi dotyczącymi zagadnień fizyki, chemii i nanotechnologii.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_W04] Posiada pogłębioną praktyczną i teoretyczną znajomość fizycznych i chemicznych metod eksperymentalnych nanotechnologii.	Na wykładzie i podczas ćwiczeń laboratoryjnych student zapozna się z wieloma nowoczesnymi przyrządami i technikami spektroskopowymi stosowanymi w badaniach nanostrukturalnych układów.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym
	[K7_U05] Potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne i krytycznie analizować ich wyniki, wyciągać wnioski i formułować umotywowane opinie – w ramach specjalności.	Studenci wykonują rozbudowane zadanie laboratoryjne, uczą się jak przygotować właściwie próbki, jak zaplanować i przeprowadzić pomiary, a następnie samodzielnie analizują i opracowują wyniki pomiarów. W sprawozdaniu końcowym komentują najważniejsze elementy eksperymentu spektroskopowego, omawiają wyniki, formułują wnioski i umotywowane opinie.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K7_U02] Posiada pogłębione umiejętności w zakresie pracy laboratoryjnej.	Student posiada poszerzone wiedzę i umiejętności w zakresie pracy laboratoryjnej, związane m.in. z przygotowaniem próbek do badań spektroskopowych, przygotowaniem i obsługą aparatury oraz przeprowadzeniem eksperymentu z wykorzystaniem różnych technik spektroskopowych.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi
Treści przedmiotu	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do metod spektroskopowych</li> <li>2. Teoretyczny opis promieniowania elektromagnetycznego (EM);</li> <li>3. Kwantowy opis atomu, cząsteczki i ciała stałego;</li> <li>4. Opis oddziaływania promieniowania EM z materią;</li> <li>5. Fotofizyka - diagram Jabłońskiego;</li> <li>6. Podział spektroskopii, widmo i sposoby jego rejestracji;</li> <li>7. Spektroskopia absorpcyjna i emisyjna (fluorescencja i fosforescencja);</li> <li>8. Spektroskopia rotacyjna;</li> <li>9. Spektroskopia oscylacyjna;</li> <li>10. Widmo rotacyjno-oscyłacyjne;</li> <li>11. Spektroskopia Ramana;</li> <li>12. Spektroskopia elektronowa UV-Vis;</li> <li>13. Spektroskopia fotoelektronów (PES, AES);</li> <li>14. Spektroskopia absorpcyjna promieniowania X (XAS).</li> </ol> <p>Laboratorium: Rentgenowska spektroskopia fotoemisyjna: spektrometr, preparatyka próbek, rejestracja i analiza jakościowa i ilościowa widm XPS (zajęcia w laboratorium specjalistycznym spektroskopii XPS i w laboratorium komputerowym).</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Przedmioty kursowe z fizyki ciała stałego (fizyki materiałów), mechaniki kwantowej, chemii nieorganicznej i teoretycznych podstaw nanotechnologii.		

Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Egzamin pisemny	51.0%	50.0%
	Rozwiązywanie zadań i problemów	50.0%	10.0%
	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych	100.0%	40.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	[1] J.M.Hollas, Modern Spectroscopy, John Wiley & Sons, Ltd.  [2] J.Sadlej, Spektroskopia molekularna, WNT, Warszawa  [3] D.L.Pavia i in., Introduction to Spectroscopy, Brooks/Cole  [4] P.Willmott, An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, John Wiley & Sons, Ltd.	
	Uzupełniająca lista lektur	[5] C.D.Wagner i in. Handbook of photoelectron spectroscopy, Perkin-Elmer Corporation  [6] G.Bunker, Introduction to XAFS, Cambridge Univ. Press  [7] A.Gołębiewski, Elementy mechaniki i chemii kwantowej, PWN	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1. Co to jest spektroskopia i czym się zajmuje? 2. Co to jest widmo? Podaj i omów parametry, które charakteryzują pasmo spektralne. 3. Omów rejestrację widma metodą fali ciągłej i metodą transformacji Fouriera. 4. Wymień i omów główne przyczyny poszerzenia linii spektralnych. 5. Podaj i omów prawo Lamberta-Beera. 6. Przedstaw schematycznie i omów diagram poziomów energetycznych molekuly. 7. Zapisz i omów ogólną postać termu atomowego w sprzężeniu Russella-Saundersa. 8. Podaj reguły Hundta dla termów atomowych. 9. Podaj i scharakteryzuj rodzaje orbitali molekularnych. 10. Podaj reguły wyboru dla przejść oscylacyjnych i określ poziomy energetyczne dla oscylatora rzeczywistego (anharmonicznego). 11. Zdefiniuj pasma gorące i nadtony pojawiające się w widmie oscylacyjnym. Określ pozycję (energetyczną) drugiego pasma gorącego i pierwszego nadtonu. 12. Opisz w jaki sposób na podstawie widma rotacyjnego można określić długość wiązania w molekule (w przybliżeniu rotatora sztywnego). 13. Omów w jaki sposób siła odśrodkowa modyfikuje położenia linii spektralnych w widmie rotacyjnym. 14. Omów jak efekt izotopowy uwidacznia się w widmie rotacyjnym. 15. Omów kształt widma oscylacyjno-rotacyjnego. 16. Przedstaw ideę zjawiska Ramana oraz omów kształt widma Ramana. 17. Wyjaśnij na czym polega komplementarność spektroskopii IR i Ramana. 18. Wymień i krótko scharakteryzuj rodzaje spektroskopii elektronowej. 19. Wyjaśnij rozkład intensywności pasm w widmie wibronowym (elektronowo-oscyłacyjnym). 20. Co to jest auksochrom i jaki ma wpływ na pasma w widmie UV-Vis? 21. Omów podstawy fizyczne spektroskopii fotoelektronów oraz przedstaw zjawiska towarzyszące głównemu efektowi wzbudzenia fotoelektronu. 22. Omów zasadę działania spektrometru XPS. 23. Wyjaśnij dlaczego technika XPS jest techniką powierzchniowo czułą. 24. Omów podstawy fizyczne absorpcyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XAS) i wyjaśnij co jest źródłem struktury subtelnej w widmie. 25. Jakich informacji może dostarczyć nam analiza widma XAFS (X-ray absorption fine structure) w obszarze wokół krawędzi absorpcji?		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.