



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Metody spektroskopowe w nanotechnologii, PG_00057509						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2023 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2022/2023		
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		dr hab. inż. Agnieszka Witkowska				
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_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
	[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
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%
	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych	100.0%	40.0%
	Rozwiązywanie zadań i problemów	50.0%	10.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>[1] J.M.Hollas, Modern Spectroscopy, John Wiley &amp; Sons, Ltd.</p> <p>[2] J.Sadlej, Spektroskopia molekularna, WNT, Warszawa</p> <p>[3] D.L.Pavia i in., Introduction to Spectroscopy, Brooks/Cole</p> <p>[4] P.Willmott, An Introduction to Synchrotron Radiation: Techniques and Applications, John Wiley &amp; Sons, Ltd.</p>	
	Uzupełniająca lista lektur	<p>[5] C.D.Wagner i in. Handbook of photoelectron spectroscopy, Perkin-Elmer Corporation</p> <p>[6] G.Bunker, Introduction to XAFS, Cambridge Univ. Press</p> <p>[7] A.Gołębiewski, Elementy mechaniki i chemii kwantowej, PWN</p>	
	Adresy eZasobów	<p>Adresy na platformie eNauczanie:</p> <p>Metody spektroskopowe w nanotechnologii 2023 - Moodle ID: 27213  <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213</a></p> <p>Metody spektroskopowe w nanotechnologii 2023 - Moodle ID: 27213  <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213</a></p> <p>Metody spektroskopowe w nanotechnologii 2023 - Moodle ID: 27213  <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=27213</a></p>	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Co to jest spektroskopia i czym się zajmuje?</li> <li>2. Co to jest widmo? Podaj i omów parametry, które charakteryzują pasmo spektralne.</li> <li>3. Omów rejestrację widma metodą fali ciągłej i metodą transformacji Fouriera.</li> <li>4. Wymień i omów główne przyczyny poszerzenia linii spektralnych.</li> <li>5. Podaj i omów prawo Lamberta-Beera.</li> <li>6. Przedstaw schematycznie i omów diagram poziomów energetycznych molekuly.</li> <li>7. Zapisz i omów ogólną postać termu atomowego w sprzężeniu Russella-Saundersa.</li> <li>8. Podaj reguły Hunda dla termów atomowych.</li> <li>9. Podaj i scharakteryzuj rodzaje orbitali molekularnych.</li> <li>10. Podaj reguły wyboru dla przejść oscylacyjnych i określ poziomy energetyczne dla oscylatora rzeczywistego (anharmonicznego).</li> <li>11. Zdefiniuj pasma gorące i nadtony pojawiające się w widmie oscylacyjnym. Określ pozycję (energetyczną) drugiego pasma gorącego i pierwszego nadtonu.</li> <li>12. Opisz w jaki sposób na podstawie widma rotacyjnego można określić długość wiązania w molekule (w przybliżeniu rotatora sztywnego).</li> <li>13. Omów w jaki sposób siła odśrodkowa modyfikuje położenia linii spektralnych w widmie rotacyjnym.</li> <li>14. Omów jak efekt izotopowy uwidacznia się w widmie rotacyjnym.</li> <li>15. Omów kształt widma oscylacyjno-rotacyjnego.</li> <li>16. Przedstaw ideę zjawiska Ramana oraz omów kształt widma Ramana.</li> <li>17. Wyjaśnij na czym polega komplementarność spektroskopii IR i Ramana.</li> <li>18. Wymień i krótko scharakteryzuj rodzaje spektroskopii elektronowej.</li> <li>19. Wyjaśnij rozkład intensywności pasm w widmie wibronowym (elektronowo-oscylacyjnym).</li> <li>20. Co to jest auksochrom i jaki ma wpływ na pasma w widmie UV-Vis?</li> <li>21. Omów podstawy fizyczne spektroskopii fotoelektronów oraz przedstaw zjawiska towarzyszące głównemu efektowi wzbudzenia fotoelektronu.</li> <li>22. Omów zasadę działania spektrometru XPS.</li> <li>23. Wyjaśnij dlaczego technika XPS jest techniką powierzchniowo czułą.</li> <li>24. Omów podstawy fizyczne absorpcyjnej spektroskopii rentgenowskiej (XAS) i wyjaśnij co jest źródłem struktury subtelnej w widmie.</li> <li>25. Jakich informacji może dostarczyć nam analiza widma XAFS (X-ray absorption fine structure) w obszarze wokół krawędzi absorpcji?</li> </ol>		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		