



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Magnetyczne właściwości nanostruktur i spintronika, PG_00020903						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2023 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			polski		
Semestr studiów	2	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej -> Zakład Magnetycznych Właściwości Materiałów						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. inż. Leszek Piotrowski					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr hab. inż. Leszek Piotrowski					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	15.0	0.0	0.0	0.0	15.0	30
	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	30	2.0		18.0		50
Cel przedmiotu	Student poznaje materiały o właściwościach magnetycznych oraz prawa opisujące właściwości magnetyczne materiałów w skali makro, mikro i w skali nano. Student poznaje w szczególności metody badań tych właściwości oraz zasady wykorzystania materiałów magnetycznych w nauce i w technice. Student poznaje też zagadnienia dotyczące spintroniki w zakresie metod oddziaływania na spin i wykorzystywania tych metod dla wykorzystywania spinów dla potrzeb nauki i informatyki.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	[K7_U10] Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania wystąpienia ustnego w językach polskim i angielskim, w tym również przedstawiającego wyniki własnych badań naukowych, napisania różnych prac.		Student potrafi przeszukiwać anglojęzyczne bazy literaturowe w celu wyszukania materiałów i informacji niezbędnych do przygotowania prezentacji. Zna i potrafi zastosować zasady przygotowania seminariów naukowych.			[SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU2] Ocena umiejętności analizy informacji [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU1] Ocena realizacji zadania	
	[K7_W02] Ma pogłębioną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie wybranego działu nanotechnologii oraz, w stopniu adekwatnym do potrzeb, w zakresie pokrewnych dziedzin nauki lub techniki.		Student umie opisać zachowanie spinu w języku mechaniki kwantowej, zna pojęcie spinora oraz macierzy spinowych. Zna również problemy związane z dekoherencją spinu oraz sposoby manipulacji jego orientacją.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	
	[K7_W03] Ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie fizyki, chemii, technologii i zastosowań nanostruktur.		Student rozumie zasady działania urządzeń spintronicznych. Potrafi wytłumaczyć m. in. zjawisko gigantycznego magnetooporu czy zasadę działania magnetycznego złącza tunelowego.			[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej	

Treści przedmiotu	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe wielkości magnetyczne. Stan namagnesowania. Rodzaje materiałów magnetycznych. Nanomagnetyzm.</li> <li>2. Magnetyzm w skali atomu. Atom w zewnętrznym polu magnetycznym.</li> <li>3. Magnetyzm zespołu atomów. Zjawiska dia, para i ferromagnetyzmu.</li> <li>4. Właściwości ferromagnetyków. Struktura domenowa.</li> <li>5. Magnetyzm małych obszarów. Układy monodomenowe. Cienkie warstwy.</li> <li>6. Metody badań właściwości magnetycznych. Badanie stanu namagnesowania. Badanie i obrazowanie struktury magnetycznej.</li> <li>7. Zastosowania nanostruktur magnetycznych. Pamięci masowe. Biomagnetyzm.</li> <li>8. Spintronika. Transport spinu w ciele stałym. Spintronika pasywna. Przełączniki spinowe. Gigantyczny magnetoopór. Spintronika aktywna. Tranzystory spinowe. Spintronika monolityczna. Elementy logiki i techniki komputerowej.</li> </ol> <p>Seminarium: W ramach seminarium studenci przygotowują prezentację na bazie samodzielnie wybranych publikacji, o tematyce zbieżnej z treściami omawianymi na wykładzie.</p>		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość podstaw mechaniki kwantowej (równanie Schrödingera) oraz fizyki ciała stałego (transport ładunku w ciele stałym)		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	egzamin pisemny	50.0%	50.0%
	prezentacja na seminarium	50.0%	50.0%
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p> <p>[1] Kittel Ch.; Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1999</p> <p>[2] Magnetic Nanostructures in Modern Technology, Ed. Bruno Azzerboni; Sprionger, 2008 2008</p> <p>[3] Magnetic Microscopy of Nanostructures, Ed. H. Hopster, Springer, 2005</p> <p>[4] J. Stohr, H.C. Siegmann; Magnetism From Fundamentals to Nanoscale Dynamics; Springer, 2006.</p>		
	<p>Uzupełniająca lista lektur</p> <p>[1] S. Bandyopadhyay, M. Cahay; Introduction to spintronics, CRC Press, 2008</p>		
	<p>Adresy eZasobów</p> <p>Adresy na platformie eNauczanie: Magnetyczne właściwości nanostruktur i spintronika 23/24 - Moodle ID: 34158 <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=34158">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=34158</a></p>		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na podstawie prawa Biota - Savarta wyznacz indukcję pola magnetycznego we wnętrzu przewodnika kołowego</li> <li>2. Omów budowę zaworu spinowego</li> <li>3. Jakie kryteria musi spełniać materiał wykorzystywany jako nośnik danych</li> <li>4. Przedyskutuj zjawiska powodujące dekoherencję spinu w ciele stałym.</li> <li>5. Wyjaśnij proces transferu spinu</li> </ol>		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		