



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Magnetism: from fundamentals to spintronics, PG_00036987						
Kierunek studiów	Nanotechnologia (studia w jęz. angielskim)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 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			angielski		
Semestr studiów	1	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Od 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	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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 podstawy wiedzy o magnetyzmie, prawa i równania pozwalające na wyznaczenie wielkości parametrów opisujących pole magnetyczne. Poznaje wpływ pól magnetycznych na materiały wskaźnikowe, mikro i nano. Student poznaje metody badań właściwości magnetycznych oraz możliwości wykorzystania materiałów magnetycznych w nauce i technice. Student poznaje również zagadnienia związane ze spinem, teoretyczne podstawy spintroniki oraz praktyczne sposoby manipulacji spinem elektronów. Zapoznaje się z praktycznymi zastosowaniami spintroniki, poznaje budowę zatorów spinowych i złącz tunelowych.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu			Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	[K7_U01] Potrafi uczyć się samodzielnie, pozyskiwać i integrować informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (w językach polskim i angielskim). Posiada umiejętność krytycznej analizy i selekcji informacji.		Student potrafi przeprowadzić analizę bibliografii na podstawie dostępnych baz danych i omówić wybrane zagadnienie (z dziedziny magnetyzmu) w nich poruszane.			[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji	
	[K7_U07] Potrafi zastosować zdobytą wiedzę specjalistyczną do zagadnień z obszaru innych nauk ścisłych, nauk przyrodniczych lub technicznych.		Potrafi zaproponować zastosowanie nanocząstek magnetycznych w innych naukach np. w medycynie.			[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji	
	[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	
	[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 spina 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	

Treści przedmiotu	<p>1. Podstawowe wielkości magnetyczne2. Magnetyzm atomów i cząsteczek, atomy w zewnętrznych polach magnetycznych3. Magnetyzm w ciele stałym, rodzaje materiałów magnetycznych (dia - para- i ferromagnetyki)4. Ferromagnetyzm, struktura domenowa5. Magnetyzm małych cząstek, pojedynczy cząstki domeny (Stoner Wohlfarth modelu), cienkie warstwy6. Techniki eksperymentalne wyznaczania właściwości magnetycznych i magnesowania. Wizualizacja i analiza struktury domenowej.7. Transport spinu, filtry spinowe, oddziaływania Rashby i Dresselhausa8. Model dwóch prądów, wstrzykiwanie spinu, długość koherencji, spinowe efekty Halla.9. Magnetoopór anizotropowy magnetoopór (AMR), gigantyczny magnetoopór (GMR), tunelowy magnetoopór (TMR) i kolosalny magnetoopór (CMR).10. Zawory spinowe11. Przechowywanie danych - twarde dyski (HDD) magnetyczne nośniki informacji, głowice odczytu i zapisu, zagadnienia konstrukcyjne.12. Transfer spinowego momentu pędu (STT) zmiana namagnesowania wywołana przepływem prądu, nanooscylatory, 13. Magnetyczne pamięci RAM (MRAM, ST-MRAM)14. Tranzystor spinowy, Tranzystor Data&Das, tranzystor z zaworem spinowym, tranzystor wykorzystujący spinowy efekt Halla.15. Magnetyczne bramki logiczne.</p>								
Wymagania wstępne i dodatkowe	<p>Znajomość podstaw mechaniki kwantowej (równanie Schrödingera) oraz fizyki ciała stałego (transport ładunku w ciele stałym).</p>								
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="453 866 794 898">Sposób oceniania (składowe)</th> <th data-bbox="799 866 1141 898">Próg zaliczeniowy</th> <th data-bbox="1145 866 1482 898">Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="453 904 794 936">kolokwium</td> <td data-bbox="799 904 1141 936">50.0%</td> <td data-bbox="1145 904 1482 936">100.0%</td> </tr> </tbody> </table>			Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	kolokwium	50.0%	100.0%
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej							
kolokwium	50.0%	100.0%							
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>1. Handbook of Spin Transport and Magnetism; Ed. E.Y. Tsymbal, I. Žutić; CRC Press 2012. J. Stohr, H.C. Siegmann; Magnetism From Fundamentals to Nanoscale Dynamics; Springer, 2006.</p>							
	Uzupełniająca lista lektur	<p>1. S. Bandyopadhyay, M. Cahay; Introduction to spintronics, CRC Press, 2008</p>							
	Adresy eZasobów	<p>Adresy na platformie eNauczanie: Magnetism - from fundamentals to spintronics - Moodle ID: 34353 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=34353</p>							
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>1. Na podstawie prawa Biota - Savarta wyznacz indukcję pola magnetycznego we wnętrzu przewodnika kołowego2. Omów budowę zaworu spinowego3. Jakie kryteria musi spełniać materiał wykorzystywany jako nośnik danych4. Przedyskutuj zjawiska powodujące dekoherencję spinu w ciele stałym. 5. Wyjaśnij proces transferu spinu</p>								
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	<p>Nie dotyczy</p>								