



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Fizyczne podstawy nanotechnologii , PG_00058705						
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa, Inżynieria materiałowa						
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		polski		
Semestr studiów	1		Liczba punktów ECTS		5.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Nanotechnologii i Inżynierii Materiałowej -> Zakład fizyki nanomateriałów						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		prof. dr hab. inż. Barbara Kościelska				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu		prof. dr hab. inż. Barbara Kościelska				
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	15.0	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		10.0		70.0	125
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z fizycznymi podstawami nanotechnologii						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U03] potrafi postawić hipotezę badawczą, zaprojektować eksperyment niezbędny do jej potwierdzenia oraz potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami pomiarowymi, oraz laboratoryjnymi	Przygotowanie i wygłoszenie referatu w ramach seminarium.	[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji
	[K7_K02] ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	Przygotowanie i wygłoszenie referatu w ramach seminarium.	[SK4] Ocena umiejętności komunikacji, w tym poprawności językowej
	[K7_U01] potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych, właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	Umiejętność korzystania z literatury drukowanej i krytycznego korzystania z internetu.	[SU2] Ocena umiejętności analizy informacji
	[K7_W07] ma wiedzę o tendencjach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla inżynierii materiałowej i pokrewnych dyscyplin naukowych	Ma podstawowe wiadomości z mechaniki kwantowej, kluczowej dla nauki o materiałach.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K7_W01] ma rozszerzoną wiedzę w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla inżynierii materiałowej, a także ich historycznego rozwoju i znaczenia dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości	Znajomość podstaw mechaniki kwantowej i zrozumieniu jej przełomowego znaczenia dla powstania nowoczesnej fizyki.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
Treści przedmiotu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ogólne pojęcia związane z nanotechnologią, metody wytwarzania i metody badań nanostruktur. 2. Fizyko-chemia powierzchni. 3. Elementy fizyki ciała stałego: krystaliczna budowa ciała stałego, wiązania, modele elektronów w kryształach, gęstość stanów elektronowych, struktura pasmowa. 4. Studnie kwantowe. 5. Zjawiska fizyczne w nanostrukturach: balistyczny transport nośników, kwantowe zjawisko Halla, tunelowanie, blokada kulombowska, efekt Aharonowa Bohma, absorpcja i emisja promieniowania, lasery. 6. Ciepło właściwe w kryształach, właściwości termiczne nanostruktur. 7. Struktury fotoniczne i ich zastosowanie. 8. Nanomagnetyzm: właściwości magnetyczne materiałów, sprzężenie spin-orbita, GMR, TMR, zawory spinowe, spinowy efekt Halla, efekt Kondo. 9. Właściwości fizyczne nanorurek i grafenu. 		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Ukończony kurs fizyki doświadczalnej. Znajomość podstaw mechaniki kwantowej.		

Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Egzamin pisany.	50.0%	67.0%
	Seminarium: wykonanie prezentacji i jej przedstawienie oraz napisanie streszczenia	50.0%	33.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	1. Nanotechnologie. Red. Nauk. R.W.Kelsall i in. PWN 2008. 2. The Physics and Chemistry of Materials. J.I.Gersten, F.W.Smith, Wiley 2001. 3. Introduction to nanotechnology. Ch.P.Poole Jr, F.J.Owens. Wiley 2003	
	Uzupełniająca lista lektur	1 Fulereny i nanorurki. W.Przygocki i A. Łochowicz, NT 2001. 2. Nanoelectronics and Information Technology. Rainer Waser. Wiley-VCH 2003.	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczenie: Fizyczne podstawy nanotechnologii - Moodle ID: 37451 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=37451	

Przykładowe zagadnienia/
przykładowe pytania/
realizowane zadania

1. Wymień i omów rodzaje występujących w ciele stałym wiązań.
2. Co to jest gęstość stanów? Omów gęstość stanów $g(E)$ w układzie 0D, 1D, 2D i 3D.
3. Struktura pasmowa kryształu: jak powstają pasma energetyczne i jaki mają wpływ na właściwości kryształu.
4. Masa efektywna.
5. Elektron w pułapce jedno, dwu i trójwymiarowej.
6. Cząstka w studni potencjału oraz efekt tunelowy .
7. Omów zasadę działania lasera na studniach kwantowych oraz na kropkach kwantowych.
8. Zdefiniuj napięcie powierzchniowe i energię powierzchniową i omów ich znaczenie w układach nanostrukturalnych.
9. Omów zjawiska mogące zmieniać energię powierzchniową.
10. Omów elektronowe ciepło właściwe i przewodnictwo cieplne. Jaki jest wpływ rozmiaru struktury na powyższe zjawiska?
11. Omów sieciowe ciepło właściwe i przewodnictwo cieplne. Jaki jest wpływ rozmiaru struktury na powyższe zjawiska?
12. Chłodzenie termoelektryczne w układach 3D i w układach nanorozmiarowych.
13. Kwantowanie przewodności - teoria Landauera. Przewodnictwo elektryczne przez złącze jednowymiarowe.
14. Trójwymiarowy i dwuwymiarowy gaz elektronów w zewnętrznym prostym polu magnetycznym.
15. Kwantowy efekt Halla i efekt Shubnikova de Hassa.
16. Omów zjawisko blokady kulombowskiej i powstawanie tzw. diamentów Coulomba.
17. Omów zjawisko polaryzacji dielektryków.
18. Rozchodzenie się światła w kryształach. Równania Maxwella
19. Co to są struktury foniczne i w jaki sposób można je wytworzyć.
20. Co to jest i jak powstaje przerwa foniczna.
21. Na czym polega sprzężenie spin-orbita (zarówno w atomie jak w gazie elektronów 2D)?
22. Zastosowania magnetycznych nanodrutów.
23. Spinowy efekt Halla.
24. Efekt Kondo.

	<p>25. Zjawisko gigantycznego magnetooporu i magnetyczne złącze tunelowe. Tranzystor spinowy i zawór spinowy.</p> <p>26. Wymień i omów właściwości fizyczne grafenu i nanorurek.</p>
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy