



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Fizyczne podstawy nanotechnologii, PG_00058948						
Kierunek studiów	Nanotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2023 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	3		Język wykładowy		polski		
Semestr studiów	6		Liczba punktów ECTS		5.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Katedra Fizyki Ciała Stałego						
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		5.0		75.0	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		
	[K6_W07] Ma systematyczną wiedzę w zakresie fizycznych i chemicznych podstaw nanotechnologii (metody otrzymywania nanostruktur, rodzaje nanostruktur, ich właściwości, podstawowe metody badawcze.		Wiedza w zakresie fizycznych podstaw nanotechnologii.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		
	[K6_U11] Posiada umiejętność przygotowywania prac i opracowań pisemnych oraz wystąpień ustnych, w językach polskim i angielskim, dotyczących zagadnień szczegółowych z zakresu fizyki oraz pokrewnych dziedzin i dyscyplin nauki.		Umiejętność wystąpień ustnych w języku polskim z zakresu fizycznych podstaw nanotechnologii.		[SU1] Ocena realizacji zadania [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania		
	[K6_W06] Ma podstawową wiedzę w zakresie nauki o materiałach (struktura ciał krystalicznych i amorficznych, wiązania krystaliczne, defekty strukturalne i ich wpływ na właściwości materiałów, drgania sieci i właściwości cieplne materiałów, struktura elektronowa, wybrane zjawiska transportu).		Podstawowa wiedza z fizyki materiałów i nanomateriałów.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		

Treści przedmiotu	Wykład
	1. Wstęp 1.1. Ogólne pojęcia związane z nanotechnologią. 1.2 . Elementy fizyko-chemii powierzchni. 1.3. Wiązania w ciałach stałych: jonowe, kowalencyjne, metaliczne i van der Waalsa. 1.4. Struktura krystaliczna ciał stałych. 1.5. Struktura pasmowa ciał stałych: model elektronów swobodnych, quasi-swobodnych i silnie związanych. 1.6. Gęstość stanów w materiałach 0D, 1D, 2D i 3D. 2. Kwantowa natura nano-świata. 2.1. Dualizm korpuskularno-falowy oraz zasada nieoznaczoności Heisenberga. 2.2. Równanie Schrödingera, stany i energie kwantowe, efekt tunelowy. 2.3. Częstka uwięziona w pułapce 1D, 2D and 3D. 2.4. Studnie kwantowe. 2.5. Lasery na studniach kwantowych. 3. Właściwości transportu elektronowego. 3.1. Dyfuzyjny i balistyczny transport ładunku. 3.2. Elementy teorii Landauera. 3.3. Transport balistyczny w nanodrutach i przez kontakt punktowy. 3.4. Blokada kulombowska i tranzystor jednoelektronowy. 3.5. Kwantowy efekt Halla. 3.6. Efekt Aharonowa Bohma. 4. Właściwości termiczne. 4.1. Fonony. 4.2. Ciepło właściwe ciał stałych: modele Einsteina i Debye'a 4.3. Przewodnictwo cieplne. 4.4. Nanomateriały termoelektryczne.

	5. Właściwości magnetyczne i transport spinowy. 5.1. Sprzężenie spin-orbita. 5.2. Magnetyzm i materiały magnetyczne: dia-, para- i ferromagnetyzm, superparamagnetyzm. 5.3. Spinowy efekt Halla. 5.4. Efekt Kondo. 5.5. Nanomateriały magnetyczne. 5.6. Gigantyczny magnetoopór (GMR) i tunelowy magnetoopór (TMR). 5.7. Zawory spinowe. 6. Matrialy fotoniczne. 6.1. Dielektryki i mieszane ośrodki dielektryczne. 6.2. Kryształy fotoniczne 1D, 2D i 3D. 6.3. Przerwa fotoniczna. 6.4. Metamateriały. 7. Właściwości fizyczne nanorurek węglowych i grafenu. 8. Metody wytwarzania i metody badań nanostruktur. Seminarium: Tematyka seminarium jest zgodna z tematyką wykładu. Hybrydowe ogniwa słoneczne (chodzi o ogniwa, w których wykorzystuje się nanostruktury). Nanostruktury typu rdzeń-powłoka (core-shell): wytwarzanie, właściwości fizyczne i przykłady zastosowań. Właściwości luminescencyjne nanocząstek półprzewodnikowych. Nanolitografia. Wykorzystanie mikroskopii STM do wytwarzania nanostruktur. Nanocząstki metaliczne: właściwości i zastosowania. Nanobioczipy. Nanostrukturalne organiczne diody LED. Nanomateriały magnetyczne i ich zastosowania. Metody badania powierzchni nanostruktur. Metody spektroskopowe badania nanostruktur. Nanostopy wytwarzanie, właściwości i zastosowania		
Wymagania wstępne i dodatkowe	Ukończony kurs fizyki doświadczalnej.		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Uzyskanie oceny co najmniej dostatecznej z seminarium i uczestnictwo w seminariach	90.0%	30.0%
	Egzamin pisany.	50.0%	50.0%
	Uczestnictwo w wykładach	90.0%	20.0%

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 4. S.M.Lindsay, Introduction to Nanoscience, Oxford University Press, 2010 Materiałów na seminarium student poszukuje samodzielnie.
	Uzupełniająca lista lektur	The Oxford Handbook of Nanoscience and Nanotechnology, Vol. I-III, Ed. A.V. Narlikar, Y.Y. Fu, Oxford University Press, 2010
	Adresy eZasobów	

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 prze złącze jednowymiarowe.
14. Trójwymiarowy i dwuwymiarowy gaz elektronów w zewnętrznym prostopadłym 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 fotoniczne i w jaki sposób można je wytworzyć.
20. Co to jest i jak powstaje przerwa fotoniczna.
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.

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

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.