**Nazwa przedmiotu:**

Kwantowe przyrządy półprzewodnikowe

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Leszek Adamowicz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

KwantPP

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2016/2017

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Uczestnictwo w wykładzie – 30; zapoznanie się z materiałami pomocniczymi do wykładu – 20; konsultacje – 10; przygotowanie do testu lub praca domowa nad projektem indywidualnym – 20.
RAZEM 80 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

0

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

0

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Fizyka kwantowa, Wstęp do fizyki ciała stałego, Półprzewodnikowe przyrządy optoelektroniczne, Nanostruktury

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest ukazanie aspektów praktycznych fizyki kwantowej w odniesieniu do obecnych i przyszłych przyrządów półprzewodnikowych. Jest on realizowany poprzez przedstawienie osiągnięć z zakresu wykorzystania podstawowej wiedzy fizycznej zawartej w mechanice kwantowej do tworzenia współcześnie wykorzystywanych przyrządów półprzewodnikowych z uwzględnieniem efektywnych metod modelowania transportu ładunku i spinu elektronowego. Przedmiot powinien być przydatny do projektowana kwantowych przyrządów przyszłej generacji.

**Treści kształcenia:**

Działanie przyrządów, których zasadniczym elementem jest materiał półprzewodnikowy, uzależnione jest od transportu ładunku, którego nośnikiem są elektrony. Wykorzystywane materiały oraz ich struktury decydują o tak zwanych kanałach przewodnictwa, istotnych dla konstrukcji przyrządów kwantowych o różnym przeznaczeniu. Część wykładu poświecona będzie przypomnieniu oraz uzupełnieniu wiedzy dotyczącej mechanizmów rozpraszania i transportu elektronowego w materiałach objętościowych i nanostrukturach. Opisane zostaną możliwości wykorzystania metody Monte Carlo i formalizmu nierównowagowych funkcji Greena do modelowania nanotranzystorów i laserów kaskadowych w zakresie stosownym do przygotowania i zainteresowań słuchaczy. Przedstawione zostaną perspektywy rozwoju elektroniki spinowej (spintroniki) w świetle aktualnych badań teoretycznych i eksperymentalnych. Problematyka wykładu obejmuje część z wyszczególnionych poniżej tematów. 1. Klasyczny i kwantowy opis struktur półprzewodnikowych 2. Dioda tunelowa 3. Tunelowanie rezonansowe 4. Opis zjawiska transportu elektronowego z wykorzystaniem różnych formalizmów 5. Transport elektronowy w strukturach mezoskopowych 6. Formalizm macierzy transmisji (transport koherentny, transport niekoherentny) 7. Modelowanie transportu metodą Monte Carlo 8. Podstawy mikroskopowej teorii transportu mezoskopowego (opis metody nierównowagowych funkcji Greena). 9. Tranzystor polowy z dwuwymiarowym gazem elektronowym. 10. Kwantowy efekt Halla. 11. Tranzystor polowy o rozmiarach nanometrycznych. 12. Perspektywy wykorzystania struktur węglowych (nanorurki, grafen) jako elementów elektronicznych 13. Laser na kropkach kwantowych. 14. Transport elektronowy w supersieciach. 15. Kwantowy laser kaskadowy. Omówienie wszystkich tematów nie jest możliwe ze względów czasowych. Ich wybór wynikać będzie każdorazowo z zainteresowań studentów, ich stopnia przygotowania oraz gotowości do przyswojenia czasami bardzo trudnych zagadnień.

**Metody oceny:**

Punktowanie aktywności studentów w trakcie wykładu i poprzez rozwiązywanie sugerowanych przez wykładowcę problemów. Test pisemny przy końcu semestru lub opracowanie ustalonego z wykładowcą tematu w formie nadającej się do prezentacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Physics of semiconductor devices, S.M. Sze , New York : Wiley,1969. 2. The Physics and Applications of Resonant Tunnelling Diodes, Hiroshi Mizuta and Tomonori Tanoue (Cambridge Studies in Semiconductor Physics and Microelectronic Engineering) Cambridge University Press 2006. 3. Semiconductor Optoelectronic Devices. Introduction to Physics and Simulations, Joachim Piprek, Academic Press 2003. 4. Quantum Transport. Atom to Transistor, Supriyo Datta, Cambridge University Press 2007. 5. Pliki PDF przystosowane do wykładu (dostępne na życzenie słuchaczy do ich wyłącznego wykorzystania).

**Witryna www przedmiotu:**

w przygotowaniu

**Uwagi:**

Ramy czasowe i usytuowanie wykładu na ostatnim roku studiów drugiego stopnia oraz złożoność i wielowątkowość problematyki kwantowych przyrządów półprzewodnikowych sprawia, że wykład ma charakter selektywnego opisu i przeglądu osiągnięć ostatniego 60-lecia w tej dziedzinie. Wybór problematyki podyktowany jest specjalizacją badań prowadzonymi na Wydziale Fizyki PW w zakresie charakteryzacji, nanotechnologii i modelowania materiałów.

## Efekty przedmiotowe