

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	Lasery na bazie nanostruktur półprzewodnikowych
Nazwa w języku angielskim	Lasers based on semiconductor nanostructures
Kierunek studiów:	Inżynieria Kwantowa
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	FZP001503
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej
2. metod numerycznych fizyki
3. fizyki półprzewodników

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie wiedzy dotyczącej niskowymiarowych struktur półprzewodnikowych wykorzystywanych w laserach.
- C2 Nabycie umiejętności formułowania i rozwiązywania podstawowych problemów dotyczących

zjawiska konwersji prądu na światło oraz laserowania w strukturach półprzewodnikowych.
 C3 Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących potrzebę dalszego kształcenia oraz kreatywnego myślenia. Utrwalanie poczucia konieczności ciągłego rozwijania kompetencji zawodowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01-wiedza dotycząca zjawiska konwersji prądu na światło oraz laserowania w strukturach półprzewodnikowych, wiedza na temat różnych konstrukcji laserów półprzewodnikowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - umiejętność zaprojektowania części aktywnej lasera półprzewodnikowego; umiejętność numerycznego rozwiązywania równania Schrödingera dla półprzewodnikowej studni kwantowej w zadanym układzie materiałowym.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - niezależnego, twórczego i racjonalnego myślenia.

PEK_K02 - rozumienia konieczności samokształcenia i podnoszenia kwalifikacji.

PEK_K03 - przestrzegania obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Podstawowe materiały półprzewodnikowe: półprzewodniki grupy IV, III-V, II-VI i inne.	2
Wy2	Mieszane związki półprzewodnikowe: przybliżenie kryształu wirtualnego, prawo Vegarda, stopy numeryczne (ang. digital alloys).	2
Wy3	Naprężenia w strukturach półprzewodnikowych.	2
Wy4	Położenie pasm względem poziomu próżni, energia stabilizacji poziomu Fermiego, amfoteryczna natura defektów.	2
Wy5	Domieszkowanie półprzewodników, naturalne defekty punktowe, defekty rozciągłe.	2
Wy6	Części aktywne struktur laserowych. Wnęki rezonansowe w strukturach laserowych. Kontakty elektryczne do struktur laserowych.	2
Wy7	Lasery krawędziowe.	2
Wy8	Lasery VCSEL.	2
Wy9	Lasery kaskadowe.	2
Wy10	Technologie otrzymywania struktur półprzewodnikowych wykorzystywanych w strukturach laserowych – podłoża.	2
Wy11	Technologie otrzymywania struktur półprzewodnikowych wykorzystywanych w strukturach laserowych – epitaksja MBE.	2
Wy12	Technologie otrzymywania struktur półprzewodnikowych wykorzystywanych w strukturach laserowych – epitaksja MOCVD.	2
Wy13	Processing struktur laserowych.	2
Wy14	Powtórzenie materiału.	2

Wy15	Zaliczenie.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
P1	Poznanie/omówienie i wybór środowiska programowania umożliwiającego napisanie aplikacji obsługującej okna.	1
P2	Napisanie aplikacji tablicującej funkcje, która będzie platformą programu zaliczeniowego.	2
P3	Numeryczne rozwiązanie równania Schrödingera, dla parabolicznej studni kwantowej: wyznaczanie wartości własnych i funkcji falowych.	2
P4	Zaimplementowanie generacji potencjału wiążącego dla półprzewodnikowej studni kwantowej. Zaimplementowanie możliwości zmiany składu, szerokości studni oraz innych parametrów. Uwzględnienie naprężeń w studni kwantowej.	2
P5	Rozwiązanie równania Schrödingera dla studni kwantowej w zadanym układzie materiałowym w modelu jednopasmowym oraz modelach wielopasmowych.	2
P6	Testowanie programu oraz sprawdzenie poprawności obliczeń.	2
P7	Wykonanie obliczeń dla studni kwantowej o różnym składzie oraz różnej szerokości.	2
P8	Przygotowanie raportu końcowego opisującego napisaną aplikację oraz obliczenia wykonane przy pomocy tej aplikacji.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład – forma tradycyjna. N2. Konsultacje. N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01 ÷ PEK_K03	Kolokwium pisemne.
P=F (zaliczenie wykładu)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>

[1] S. Adachi, Properties of Semiconductor Alloys: Group-IV, III-V, and II-VI Semiconductors, Wiley (2009).

[2] Metody algebraiczne rozwiązywania równania Schrodingera. W. Salejda, M.H. Tyc, M. Just, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002.

<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>

[1] Artykuły w Applied Physics Letters, Journal of Applied Physics i innych czasopismach.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
--

Robert Kudrawiec, robert.kudrawiec@pwr.edu.pl
--

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Lasery na bazie nanostruktur półprzewodnikowych
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Kwantowa

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
PEK_W01 (wiedza)	K2INK_W01, K2INK_W11	C1	Wy1-13, P1-8	N1, N2, N3
PEK_U01 (umiejętności)	K2INK_U01, K2INK_U02	C2	Wy1-13, P1-8	N1, N2, N3
PEK_K01 (kompetencje)	K2INK_K01, K2INK_K05, K2INK_K08	C3	Wy1-13, P1-8	N1, N2, N3
PEK_K02	K2INK_K07	C3	Wy1-13, P1-8	N1, N2, N3
PEK_K03	K2INK_K02, K2INK_K06	C3	Wy1-13, P1-8	N1, N2, N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej