

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
<b>Nazwa w języku polskim</b>	<b>Podstawy Fizyki Ciała Stałego</b>
<b>Nazwa w języku angielskim</b>	<b>Fundamentals of Solid State Physics</b>
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Inżynieria Kwantowa</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	.....
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>FZP001087</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	2	1			

\*niepotrzebne skreślić

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie:

1. mechaniki kwantowej 1
2. metod matematycznych fizyki

### CELE PRZEDMIOTU

C1 Uzyskanie wiedzy dotyczącej krystalicznej struktury ciał stałych oraz podstawowych zjawisk

fizycznych charakteryzujących ciała stałe.

C2 Nabycie umiejętności formułowania i rozwiązywania podstawowych problemów dotyczących zjawisk fizycznych w ciałach stałych.

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 struktur krystalicznych, ich symetrii oraz wynikającej z nich struktury pasmowej ciał stałych.

PEK\_W02 – znajomość podstawowych metod opisu własności elektronowych i fononowych ciał stałych.

PEK\_W03 – wiedza dotycząca wybranych metod eksperymentalnych stosowanych w fizyce ciała stałego.

PEK\_W04 – znajomość podstawowych zjawisk fizycznych zachodzących w ciałach stałych.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - umiejętność stosowania metod opisu struktury krystalicznej i struktury pasmowej ciał stałych.

PEK\_U02 - umiejętność stosowania teoretycznych modeli w opisie własności elektronowych i fononowych ciał stałych.

PEK\_U03 – umiejętność jakościowej analizy zjawisk fizycznych zachodzących w ciałach stałych.

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	Sieci krystaliczne, symetrie, klasyfikacja sieci Bravais.	4
Wy2	Sieć odwrotna, dyfrakcja promieni rentgenowskich.	2
Wy3	Elektron w periodycznej sieci krystalicznej: twierdzenie Blocha, jednowymiarowy potencjał okresowy, model Kroniga-Penneya, klasyfikacja ciał stałych.	3
Wy4	Struktura pasmowa: przybliżenie słabego wiązania, powierzchnia Fermiego, gęstość stanów.	2
Wy5	Struktura pasmowa: przybliżenie silnego wiązania, funkcje Wannier.	2
Wy6	Dynamika elektronu w przybliżeniu kwaziklasycznym: paczki falowe	3

	elektronów Blocha, nierównowagowa funkcja rozkładu, równanie kinetyczne, całka zderzeń, elektronowa ciecz Fermiego.	
Wy7	Transport w metalach: przewodnictwo elektryczne, przewodnictwo cieplne, prawo Wiedemanna-Franza.	2
Wy8	Zjawiska termoelektryczne i galwanomagnetyczne w metalach. Relacje Onsagera.	2
Wy9	Kwantowanie poziomów energetycznych w polu magnetycznym, kwant strumienia pola magnetycznego, paramagnetyzm Pauliego, diamagnetyzm Landaua.	2
Wy10	Efekt de Haasa - van Alphen. Metody badania powierzchni Fermiego.	2
Wy11	Klasyczna teoria drgań sieci krystalicznej w przybliżeniu harmonicznym.	2
Wy12	Kwantowa teoria harmonicznych drgań sieci krystalicznej: fonony, kwazipęd fononów, ciepło właściwe sieci, model Einsteina i Debye'a, fononowa gęstość stanów.	2
Wy13	Zjawiska anharmoniczne: rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne, procesy przerzutu.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sieci krystaliczne, symetrie, klasyfikacja sieci Bravais.	2
Ćw2	Sieć odwrotna, dyfrakcja promieni rentgenowskich.	1
Ćw3	Elektron w periodycznej sieci krystalicznej: twierdzenie Blocha, jednowymiarowy potencjał okresowy, model Kroniga-Penneya, klasyfikacja ciał stałych.	1
Ćw4	Struktura pasmowa: przybliżenie słabego wiązania, powierzchnia Fermiego, gęstość stanów.	2
Ćw5	Dynamika elektronu w przybliżeniu kwaziklasycznym: paczki falowe elektronów Blocha, nierównowagowa funkcja rozkładu, równanie kinetyczne, całka zderzeń, elektronowa ciecz Fermiego.	2
Ćw6	Transport w metalach: przewodnictwo elektryczne, przewodnictwo cieplne, prawo Wiedemanna-Franza.	1
Ćw7	Zjawiska termoelektryczne i galwanomagnetyczne w metalach. Relacje Onsagera.	1
Ćw8	Kwantowanie poziomów energetycznych w polu magnetycznym, kwant strumienia pola magnetycznego, paramagnetyzm Pauliego, diamagnetyzm Landaua.	1
Ćw9	Efekt de Haasa - van Alphen. Metody badania powierzchni Fermiego.	1
Ćw10	Klasyczna teoria drgań sieci krystalicznej w przybliżeniu harmonicznym.	1
Ćw11	Kwantowa teoria harmonicznych drgań sieci krystalicznej: fonony, kwazipęd fononów, ciepło właściwe sieci, model Einsteina i Debye'a, fononowa gęstość stanów.	1
Ćw12	Zjawiska anharmoniczne: rozszerzalność cieplna, przewodnictwo cieplne, procesy przerzutu.	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – forma tradycyjna.
- N2. Konsultacje.
- N3. Ćwiczenia.
- N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń.
- N5. 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
F1	PEK_K01 ÷ PEK_K03 PEK_U01 ÷ PEK_U03	Ćwiczenia: kolokwium, aktywność na zajęciach.
F2	PEK_W01 ÷ PEK_W04; PEK_U01 ÷ PEK_U03	Egzamin pisemny.

P=F1 (zaliczenie ćwiczeń), P=F2 (ocena z wykładu)

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] N.W. Ashcroft, N.D. Mermin „Fizyka ciała stałego”, PWN 1986
- [2] A.A. Abrikosov „Fundamentals of the Theory of Metals”, North-Holland 1988
- [3] C. Kittel „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN 1976

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H. Ibach, H. Luth „Fizyka ciała stałego”, PWN 1996
- [2] J.M. Ziman „Wstęp do teorii ciała stałego”, PWN 1977

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Grzegorz Harań, haran@pwr.edu.pl**

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Podstawy Fizyki Ciała Stałego**  
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)	K1INK_W04-W06	C1	Wy1-5	N1,N2,N5
PEK_W02	K1INK_W04-W06	C1	Wy6-9, Wy11-13	N1,N2,N5
PEK_W03	K1INK_W04-W06	C1	Wy10	N1,N2,N5
PEK_W04	K1INK_W04-W06	C1	Wy6-9, Wy11-13	N1,N2,N5
PEK_U01 (umiejętności)	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Ćw1-6	N2-N4
PEK_U02	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Ćw7-15	N2-N4
PEK_U03	K1INK_U01, K1INK_U06, K1INK_U08, K1INK_U12	C2	Ćw1-15	N2-N4
PEK_K01 (kompetencje)	K1INK_K07	C3	Wy1-13, Ćw1-15	N1-N5
PEK_K02	K1INK_K05	C3	Wy1-13, Ćw1-15	N1-N5
PEK_K03	K1INK_K01, K1INK_K05, K1INK_K07	C3	Wy1-13, Ćw1-15	N1-N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej