

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim *Fizyka ciała stałego – dynamika sieci*

Nazwa przedmiotu w języku angielskim *Solids State Physics – lattice dynamics*

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Fizyka techniczna*

Specjalność (jeśli dotyczy): *Nanoinżyniera*

Poziom i forma studiów: **I / II stopień / ~~jednolite studia magisterskie\*~~, stacjonarna /**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy / ~~wybieralny / ogólnouczelniany\*~~**

Kod przedmiotu FZP001224W i FZP001224C

Grupa kursów **TAK / NIE\***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					
Forma zaliczenia	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*	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	1	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	0			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6	1,0			

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza, umiejętności oraz kompetencje społeczne określone w kartach przedmiotów: *Analiza matematyczna, Algebra, Podstawy mechaniki analitycznej i elektrodynamiki, Krystalografia, rentgenografia, Podstawy fizyki kwantowej, Fizyka statystyczna i termodynamika.*

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Poznanie i rozumienie w zaawansowanym stopniu wiedzy o wybranych zjawiskach, faktach doświadczalnych, modelach teoretycznych, metodach jakościowych i obliczeniowych stosowanych do ilościowej interpretacji wybranych właściwości dynamiki atomów i termodynamiki struktur translacyjnie uporządkowanych (STU). Utrwalenie i efektywne stosowanie dotychczas zdobytej wiedzy.

C2. Nabycie umiejętności wykorzystania zdobytej wiedzy na tym kursie oraz na wcześniejszych etapach studiowania do samodzielnego rozwiązywania wybranych prostych i złożonych problemów i zadań z zakresu dynamiki i termodynamiki STU z wykorzystaniem

udostępnionych materiałów dydaktycznych i samodzielnie wyszukanych innych materiałów i publikacji dostępnych w Internecie.

C3. Kształtowanie postaw uczestników kursu dotyczących: a) krytycznego oceniania posiadanej wiedzy oraz pozyskanej wiedzy związanej z dynamiką i termodynamiką sieci, b) samodzielnego podejmowaniu decyzji i brania na siebie odpowiedzialności za wyniki podjętych działań, c) umiejętności miękkich związanych m.in. z zasadami pracy w grupie, d) przestrzeganiu zasad obowiązujących w środowisku akademickim określonych m.in. immatrykulacyjnym ślubowaniem oraz regulaminem studiów.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

W zakresie wiedzy: [K1FTE\_W01 (Efekty PRK: P6U\_W, P6S\_WG), K1FTE\_W02 (Efekty PRK: P6U\_W, P6S\_WG), K1FTE\_W03 (Efekty PRK: P6U\_W, P6S\_WG), K1FTE\_W04 (Efekty PRK: P6U\_W, P6S\_WG), S1NIN\_W17 (Efekty PRK: P6U\_W, P\_6WG)]

PEK\_W01 – ma zaawansowaną wiedzę o typach (silnych i słabych) wiązań chemicznych oraz ich wpływu na właściwości fizyczne ciał stałych.

PEK\_W02 – ma wiedzę o fundamentalnych założeniach, koncepcjach i twierdzeniach leżących u podstaw teoretycznych (także kwantowych) modeli drgań atomów w strukturach translacyjnie uporządkowanych (STU).

PEK\_W03 – ma zaawansowaną wiedzę o teoretycznych metodach i koncepcjach (klasycznych i kwantowych) opisu jakościowego i ilościowego drgań atomów w ciałach stałych w tym teorii dynamiki sieci w STU w przybliżeniu harmonicznym.

PEK\_W04 – ma zaawansowaną wiedzę o własnościach termodynamicznych kryształów.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

W zakresie umiejętności: [K1FTE\_U01 (PRK: P6U\_U, P6S\_UW, P6S\_UW\_inż), K1FTE\_U02 (PRK: P6U\_U, P6S\_UO), K1FTE\_U03 (PRK: P6U\_U, P6S\_UW, P6S\_UW\_inż), K1FTE\_U04, (PRK: P6U\_U, P6S\_UK, P6S\_UW), K1FTE\_U06 (PRK: P6U\_U, P6S\_UW), K1FTE\_U07 (PRK: P6U\_U, P6S\_UW)]

PEK\_U01 – potrafi samodzielnie w formie pisemnej lub w wypowiedzi ustnej zwiąże i poprawnie scharakteryzować typy wiązań chemicznych oraz ich wpływ na właściwości fizyczne ciał stałych.

PEK\_U02 – umie przedstawić i scharakteryzować poprawnie założenia teorii dynamiki sieci w przybliżeniu harmonicznym.

PEK\_U03 – potrafi sformułować i rozwiązywać zagadnienia własne dla macierzy dynamicznej drgań atomów w jedno- i trójwymiarowych STU, wyciągać wnioski merytorycznie poprawne o właściwościach relacji dyspersyjnych fononów.

PEK\_U04 – potrafi scharakteryzować jakościowo i ilościowo właściwości termodynamiczne STU.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

W zakresie kompetencji społecznych: [K1FTE\_K01 (PRK: P6U\_K, P6S\_KK), K1FTE\_K03 (PRK: P6U\_K, P6S\_KK), K1FTE\_K04 (PRK: P6U\_K, P6S\_KR), K1FTE\_K07 (PRK: P6U\_K, P6S\_KO)]

PEK\_K01 – rozumie potrzebę krytycznego podejścia do oceniania własnej wiedzy oraz pozyskiwanych informacji z zakresu dynamiki sieci.

PEK\_K02 – ma świadomość konieczności ciągłego uczenia się, określania priorytetów działań w przypadku samodzielnego podejmowania decyzji i ponoszenia osobistej odpowiedzialności.

PEK\_K03 – potrafi pracować w grupie, rozumie potrzebę postępowania z poszanowaniem zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład; (w trybie zdalnym w sem. zim. r. ak. 2020/2021)		Liczba godzin
W.1,2	Zasady organizacji i zaliczania wykładów ora ćwiczeń rachunkowych; przedstawienie zalecanej literatury. Silne i słabe wiązania chemiczne oraz ich wpływ na właściwości fizyczne ciał stałych	3
W. 2,3	Podstawowe założenia teorii dynamiki sieci w przybliżeniu harmonicznym	2
W. 3,4,5,6,7	Analiza drgań własnych łańcuchów atomów, trójwymiarowych STU. Kwantowanie drgań.	7
W. 8	Termodynamika kryształów	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć – ćwiczenia; (w trybie zdalnym w sem. zim. r. ak. 2020/2021)		Liczba godzin
Ćw.1	Analiza i rozwiązywanie zadań z zakresu fizyki kwantowej ciała stałego	2
Ćw. 2	Analiza i rozwiązywanie zadań dotyczących modeli fenomenologicznych wiązań chemicznych	2
Ćw. 3,4,5	Analiza i rozwiązywania zadań z zakresu dynamiki drgań atomów w jednowymiarowych sieciach prostych i sieciach z bazą; analiza właściwości relacji dyspersyjnych, wyznaczanie funkcji gęstości stanów własnych macierzy dynamicznych	5
Ćw. 6,7	Analiza właściwości zagadnienia własnego dla macierzy dynamicznej w sieciach trójwymiarowych.	2
Ćw. 7,8	Rozwiązywania zadań z zakresu kwantowej teorii dynamiki sieci oraz problemów dotyczących termodynamiki kryształów	3
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

(w trybie zdalnym w sem. zim. r. ak. 2020/2021)

1. Wykład tradycyjny lub zdalny w formie prezentacji udostępnianych online studentom.
2. Praca własna studenta – indywidualne studia i przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych (ĆR).
3. ĆR – studenci przedstawiają własne rozwiązania zadań lub problemów w postaci pisemnych opracowań (prac domowych) przesyłanych prowadzącemu do oceny; dyskusja nad przedstawianymi rozwiązaniami.
4. ĆR – sprawdziany pisemne w liczbie 6 organizowanych pod koniec zajęć.
5. Konsultacje studentów z prowadzącym wykłady i ĆR oraz via e-mail.
6. Praca własna studenta – indywidualne studia i przygotowanie do sprawdzianów na ćw. rach. i do 2 sprawdzianów z wykładów.

## OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01-PEK_W04, PEK_U01- PEK_U04, PEK_K01- PEK_K03,	Zaliczenie na ocenę na podstawie: odpowiedzi ustnych, pisemnych sprawdzianów, prac domowych, prezentowanych postaw na ĆR
F2	PEK_W01-PEK_W04, PEK_K01- PEK_K03	Zaliczenie na ocenę na podstawie 2 sprawdzianów pisemnych
$P = 0,4 \cdot F2 + 0,6 \cdot F1$		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA</u>		
<p>[1] G. S. ROHRER, <i>Structure and Bonding in Crystalline Materials</i>, Cambridge University Press, Cambridge 2004; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[2] Ch. Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i>, PWN, Warszawa 2011; <i>Introduction to the Solid State Physics</i>, 9<sup>th</sup> edition, John Wiley &amp; Sons, New York 2004 to wydanie podręcznika nieprzetłumaczonego na j. polski udostępniono uczestnikom kursu.</p> <p>[3] L-fu L., <i>Introduction to Phonons and Electrons</i>, World Scientific, Singapore 2003; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[4] J. Sólyom, <i>Fundamentals of the Physics of Solids</i>, vol. 1., 2., Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[5] H. Ibach, H. Lüth, <i>Solid-State Physics</i>, Fourth edition, Springer-Verlag, Berlin 2009; książka udostępniona uczestnikom kursu; istnieje tłumaczenie na j. polski, PWN 1996.</p> <p>[6] N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, <i>Solid State Physics</i>, Harcourt College Publishers, New York 1976, polskie tłumaczenie <i>Fizyka ciała stałego</i>, PWN, Warszawa 1986.</p> <p>[7] Prezentacje wykładowe z materiałami dodatkowymi.</p>		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u>		
<p>[1] M. P. Marder, <i>Condensed Matter Physics</i>, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley &amp; Sons, Hoboken 2010; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[2] J. J. Quinn, K-S. Y., <i>Solid State Physics. Principles and Modern Applications</i>, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[3] M. Dove, <i>Introduction to Lattice Dynamics</i>, Cambridge University Press, Cambridge 1993; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p> <p>[4] W. Salejda. M.H. Tyc, M. Just, <i>Algebraiczne metody rozwiązywania równania Schrödingera</i>, PWN, Warszawa 2002; książka udostępniona uczestnikom kursu.</p>		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Włodzimierz Salejda, wlozdimierz.salejda@pwr.edu.pl		