

OPIS PRZEDMIOTU/MODUŁU KSZTAŁCENIA (SYLABUS)

1.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku polskim <i>Elementy teorii powierzchni metali</i>	
2.	Nazwa przedmiotu/modułu w języku angielskim <i>Elements of theory of metal surfaces</i>	
3.	Jednostka prowadząca przedmiot <i>Uniwersytet Wrocławski, Wydział Fizyki i Astronomii, Instytut Fizyki Doświadczalnej</i>	
4.	Kod przedmiotu/modułu 24-SDFD-S3-WspETPM ; 24-FZ-FT-S2-WspcETPM	
5.	Rodzaj przedmiotu/modułu (<i>obowiązkowy lub fakultatywny</i>) Obowiązkowy dla specjalności <i>fizyka doświadczalna</i> i <i>fizyka nowych materiałów</i> na kierunku <i>fizyka</i>	
6.	Kierunek studiów <i>Fizyka</i>	
7.	Poziom studiów (<i>I lub II stopień lub jednolite studia magisterskie</i>) <i>Studia II stopnia</i>	
8.	Rok studiów (<i>jeśli obowiązuje</i>) <i>II rok studiów</i>	
9.	Semestr (<i>zimowy lub letni</i>) <i>zimowy</i>	
10.	Forma zajęć i liczba godzin Wykład – 2 godz. tygodniowo przez 15 tygodni. Konwersatorium – 2 godz. tygodniowo przez 15 tygodni	
11.	Imię, nazwisko, tytuł/stopień naukowy osoby prowadzącej zajęcia Adam Kiejna, prof. dr hab.	
12.	Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu/modułu oraz zrealizowanych przedmiotów <i>Podstawy mechaniki kwantowej, Fizyka fazy skondensowanej I</i>	
13.	Cele przedmiotu Poznanie podstaw teoretycznego opisu zasadniczych właściwości strukturalnych i elektronowych powierzchni ciał stałych, w szczególności metali, pozwalające na zrozumienie podstawowych zjawisk zachodzących na powierzchni metali.	
14.	Zakładane efekty kształcenia Student potrafi opisać i sklasyfikować podstawowe typy sieci i struktury powierzchni, procesy i przekształcenia	Symbole kierunkowych efektów kształcenia: <i>K2_W07, K2_U08, K2_K07</i>

	<p>strukturalne zachodzące na powierzchni metali; podstawowe wielkości termodynamiczne charakteryzujące powierzchnię metali. Zna i potrafi przedstawić: kwantowy opis elektronów przewodnictwa przy powierzchni metali. Potrafi pokazać, jak teoria funkcjonału gęstości w ramach modelu <i>jellium</i> pozwala wyjaśnić właściwości fizyczne powierzchni metali. Potrafi opisać matematycznie zależność kwantowania od kształtu i rozmiaru próbki. Potrafi sklasyfikować zjawisko adsorpcji oraz wyjaśnić podstawowe cechy adsorpcji metali alkalicznych na metalach.</p>	
15.	<p>Treści programowe</p> <p>Struktura geometryczna powierzchni: typy sieci dwuwymiarowych, struktury gęsto upakowane, oznaczenia struktury powierzchni, dwuwymiarowa sieć odwrotna, relaksacja powierzchniowa i rekonstrukcja. Termodynamika powierzchni kryształów: praca wyjścia, naprężenie powierzchniowe i energia powierzchniowa, równowagowy kształt kryształu, konstrukcja Wulffa, powierzchnie wycinalne. Wiązanie metaliczne: uniwersalne relacje energii wiązania. Kwantowy opis układu wieloelektronowego: standardowy model metalu, przybliżenie adiabatyczne, model elektronów swobodnych. Elektrony przewodnictwa przy powierzchni metalu: kwantowanie w próbce sześcienniej i kulistej, klastry metaliczne, model jellium, gaz elektronowy ograniczony barierą prostokątną, powierzchnia fizyczna i geometryczna, oddziaływania pomiędzy elektronami, energia wymiany i korelacji. Metoda funkcjonału gęstości: przybliżenie lokalnej gęstości, model Thomasa-Fermiego. Rozwiązania równań Kohna-Shama dla powierzchni jellium: praca wyjścia elektronu, reguła Smoluchowskiego, energia powierzchniowa, asymptotyka potencjału wymiany i korelacji, położenie płaszczyzny obrazowej, poprawki sieciowe do jellium, stabilizacja jellium. Kwantowy efekt rozmiarowy: samouzgodniony model, objaśnienie oscylacji pracy wyjścia. Adsorpcja na metalach: adsorpcja chemiczna i fizyczna, adsorpcja metali alkalicznych na metalach, obraz Langmuira-Gurney'a, samouzgodniony model Langa, oddziaływania adatomów na powierzchni metalu.</p>	
16.	<p>Zalecana literatura (<i>podręczniki</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K.F. Wojciechowski, <i>Elementy fizyki elektronowej metali prostych</i>, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, 1993. 2. A. Kiejna, K.F. Wojciechowski, <i>Metal Surface Electron Physics</i>, Pergamon Press, Oxford, 1996. 3. A. Zangwill, <i>Physics at surfaces</i>, Cambridge University Press, 1988. 4. C. Kittel, <i>Wstęp do fizyki ciała stałego</i>, wyd. 7, PWN, Warszawa 1999. 	
17.	<p>Forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu/modułu, sposób sprawdzenia osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia:</p> <p>wykład: <i>egzamin ustny</i> seminarium: laboratorium: konwersatorium: <i>zaliczenie, umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemów ilustrujących wykład.</i> inne:</p>	
18.	<p>Język wykładowy</p> <p><i>Polski lub angielski</i></p>	
19.	<p>Obciążenie pracą studenta</p>	
	<p>Forma aktywności studenta</p>	<p>Średnia liczba godzin na</p>

	zrealizowanie aktywności
Godziny zajęć (wg planu studiów) z nauczycielem: - wykład: - ćwiczenia: - laboratorium: - inne:	30 30
Praca własna studenta np.: - przygotowanie do zajęć: - opracowanie wyników: - czytanie wskazanej literatury: - napisanie raportu z zajęć: - przygotowanie do egzaminu:	30 15 15
Suma godzin	120
Liczba punktów ECTS	5

*objaśnienie symboli:

K (przed podkreśleniem) - kierunkowe efekty kształcenia

W - kategoria wiedzy

U - kategoria umiejętności

K (po podkreśleniu) - kategoria kompetencji społecznych

01, 02, 03 i kolejne - numer efektu kształcenia

COURSE/MODULE DESCRIPTION (SYLLABUS)

1.	Course/module <i>Elements of theory of metal surfaces</i>	
2.	University department <i>Faculty of Physics and Astronomy, Institute of experimental Physics</i>	
3.	Course/module code 13.2-4-ETPM/II/3	
4.	Course/module type – mandatory (compulsory) or elective (optional) <i>mandatory (compulsory)</i>	
5.	University subject (programme/major) <i>Physics/Experimental Physics, Physics of New Materials</i>	
6.	Degree: (<i>master, bachelor</i>) <i>Master</i>	
7.	Year 2 nd	
8.	Semester (<i>autumn, spring</i>) <i>autumn</i>	
9.	Form of tuition and number of hours <i>Lecture 2h per week, 15 weeks</i>	
10.	Name, Surname, academic title <i>Adam Kiejna, Professor Dr. Hab.</i>	
11.	Initial requirements (knowledge, skills, social competences) regarding the course/module and its completion <i>Basic quantum mechanics, Condensed Matter Physics 1</i>	
12.	Objectives Student acquires basic knowledge of theoretical description of the principal structural and electronic properties of surfaces of solids, in particular metals, which allows for understanding basic phenomena occurring on metal surfaces.	
13.	Learning outcomes Student has a knowledge and is able to describe and classify the basic types of lattices and structures of surfaces, basic processes and structural transformations occurring on metal surfaces; thermodynamic quantities characterizing metal surfaces. Student has a knowledge and is able to present: quantum-mechanical description of conduction electrons at metal surfaces. Will be able to demonstrate how density functional theory in the framework of <i>jellium</i> model of metal enables to explain the electronic properties of metal surfaces. Student is able to describe mathematically the dependence of quantization on sample shape and size. Is	Outcome symbols: <i>K2_W07, K2_U08, K2_K07</i>

	able to classify the phenomenon of adsorption and to describe/explain the adsorption of alkali-metal atoms on metal surfaces.	
14.	<p>Content</p> <p>Geometric structure of surfaces: two-dimensional lattices, densely-packed structures, notations of surface structures, two-dimensional reciprocal lattice, surface relaxation and reconstruction. Thermodynamics of crystal surfaces: work function, surface energy and stress, equilibrium crystal shape, Wulff's construction, vicinal surfaces. Metallic bonding: universal binding energy relations. Quantum description of many-electron system: standard model of metal, adiabatic approximation, free-electron model. Conduction electrons near metal surface: quantization in cubic and spherical sample, metallic clusters, jellium model, electron gas bounded by rectangular, physical and geometric surface, interactions between electrons, exchange and correlation energy. Density functional method: local density approximation, Thomas-Fermi model. Solution of Kohn-Sham equations for jellium surface: electronic work function, the Smoluchowski rule, surface energy, asymptotics of exchange and correlation potential, image-plane position, lattice corrections to jellium, stabilization of jellium. Quantum size effect: self-consistent model, explanation of work function oscillations. Adsorption on metals: chemical and physical adsorption, adsorption of alkali metals on metals, Langmuir-Gurney's picture, self-consistent model of Lang, adatom interactions on on metalsurfaces.</p>	
15.	<p>Recommended literature</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K.F. Wojciechowski, <i>Elementy fizyki elektronowej metali prostych</i>, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, 1993. 2. Kiejna and K.F. Wojciechowski, <i>Metal Surface Electron Physics</i>, Pergamon Press, Oxford, 1996. 3. A. Zangwill, <i>Physics at surfaces</i>, Cambridge University Press, 1988. 4. C. Kittel, <i>Introduction to Solid State Physics</i>, 7th edition, Wiley, 1998. 	
16.	<p>Ways of earning credits for the completion of a course /particular component, methods of assessing academic progress:</p> <p>lecture: <i>oral examination</i>.</p> <p>class: <i>ability of solving by one-self problems illustrating the lecture</i>.</p> <p>laboratory:</p> <p>seminar:</p> <p>other:</p>	
17.	<p>Language of instruction</p> <p><i>Polish or English</i></p>	
18.	Student's workload	
	Activity	Average number of hours for the activity
	Hours of instruction (as stipulated in study programme) :	
- lecture:	30	
- classes:	30	
- laboratory:		
- other:		

student's own work, e.g.:	
- preparation before class (lecture, etc.)	30
- research outcomes:	
- reading set literature:	15
- writing course report:	
- preparing for exam:	15
Hours	120
Number of ECTS	5

* Key to symbols:

K (before underscore) - learning outcomes for the programme

W - knowledge

U - skills

K (after underscore) - social competences

01, 02, 03 and subsequent - consecutive number of learning outcome