

## Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska

### Opis przedmiotu/ course description

<b>Przedmiot/ Course :</b>	Fizyka powierzchni i cienkich warstw <i>Surfaces and thin films physics</i>
<b>Moduł kształcenia/ Training module:</b>	Moduł ogólny
<b>Okres realizacji/ Implementation period :</b>	
<b>Język wykładowy/ Language:</b>	język angielski/ <i>English</i>
<b>Prowadzący/ Lecturer:</b>	Prof. dr hab. Józef Korecki
<b>Wymiar godzin przedmiotu/duration :</b>	20 godzin / <i>20 hours</i>
<b>Forma prowadzenia zajęć/ Form of teaching :</b>	Wykłady + ćwiczenia pokazowe <i>Lectures combined with practical tutorials</i>
<b>Opis przedmiotu/ course content:</b>	<p>Termodynamika powierzchni, napięcie i energia powierzchniowa, równowagowy kształt kryształów – 1 godz.</p> <p>Technologia i metody ultrawysokiej próżni (UHV), podstawy kinetyczne, metody otrzymywania i pomiaru UHV – 2 godz.</p> <p>Krystalografia w dwóch wymiarach, relaksacja i rekonstrukcja, powierzchniowo czułe metody dyfrakcyjne: dyfrakcja elektronów niskoenergetycznych (LEED) i odbiciowa dyfrakcja elektronów wysokoenergetycznych (RHEED) – 2 godz.</p> <p>Spektroskopia elektronowa, analizatory i detektory elektronów, spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS) i nadfioletu UPS, spektroskopia elektronów Auger’a, zastosowanie promieniowania synchrotronowego – 3 godz.</p> <p>Mikroskopia ze skanującą sondą, skaningowa mikroskopia i spektroskopia tunelowa (STM), mikroskopia sił atomowych (AFM), mikroskopia siły magnetycznej (MFM) - 3 godz.</p> <p>Procesy adsorpcji, adsorpcja fizyczna i chemiczna, izoterma Langmuira, reakcje powierzchniowe – 2 godz.</p> <p>Epitaksjalny wzrost warstw i nanostruktur, podstawy eksperymentalne epitaksji z wiązek molekularnych (MBE), wzrost w warunkach równowagi termodynamicznej, kapilarna teoria nukleacji i kinetyka wzrostu, struktura warstwy granicznej – 2 godz.</p> <p>Struktura elektronowa i stany powierzchniowe, właściwości elektronowe w modelu „jellium” oraz w jedno- i trójwymiarowym modelu swobodnych i prawie swobodnych elektronów, struktura elektronowa powierzchni i nanostruktur półprzewodnikowych – 2 godz.</p> <p>Niskowymiarowy magnetyzm, magnetyczna anizotropia powierzchniowa, metody eksperymentalne w badaniach nanostruktur magnetycznych, prostopadłe namagnesowanie w ultracienkich warstwach, pośrednie oddziaływanie wymienne w układach wielowarstwowych, gigantyczny magnetoopór i jego zastosowania – 3 godz.</p>

	<p><i>Surface thermodynamics, surface energy and surface tension, equilibrium shape of crystals – 1 h.</i></p> <p><i>Ultra high vacuum (UHV) technology and methods, kinetic concepts, UHV pumps and measurements - 2 h.</i></p> <p><i>2-dimensional crystallography, relaxation and reconstruction, surface sensitive diffraction methods: low energy electron diffraction (LEED) and reflection high energy electron diffraction (RHEED) - 2 h.</i></p> <p><i>Electron spectroscopies, electron analyzers and detectors, X-ray and UV - photoelectron spectroscopy (XPS, UPS), Auger electron spectroscopy, application of synchrotron radiation - 3 h.</i></p> <p><i>Scanning probe microscopies, scanning tunnelling microscopy (STM), atomic force microscopy (AFM), magnetic force microscopy (MFM) - 3 h.</i></p> <p><i>Adsorption processes, physi- and chemisorption, Langmuir isotherm, surface reactions - 2 h.</i></p> <p><i>Epitaxial growth of films and nanostructures, fundamentals of the molecular beam epitaxy (MBE), growth at thermal equilibrium, capillary theory of nucleation and growth kinetics – 2 h.</i></p> <p><i>Electronic structure and surface states, electronic properties in the “jellium” model and in the 1- and 3-dimensional models of free and nearly-free electrons, electronic properties of semiconductor surfaces and nanostructures – 2 h.</i></p> <p><i>Low dimensional magnetism, magnetic surface anisotropy, experimental methods in studies of magnetic nanostructures, perpendicular magnetization in ultrathin films, indirect exchange coupling in magnetic multilayers, giant magneto resistance and its applications. – 3 h.</i></p> <p>Literatura uzupełniająca / Further reading</p> <p>Oura, K., Lifshits, V.G., Saranin, A.A., Zotov, A.V., Katayama, M., Surface Science: An Introduction, Series: Advanced Texts in Physics, Springer 2003.</p> <p>Lüth H., Surfaces and Interfaces of Solid Materials (Springer Study edition) Springer; 3rd ed. 1995.</p> <p>Desjonqueres M. C., Spanjaard D., Concepts in Surface Physics (Springer Series in Surface Sciences), Springer; 2nd ed. 1996.</p>
<p><b>Efekty uczenia się wg 8PRK zgodnie z Programem kształcenia KISD/ learning outcomes at level 8 of the PRK according to the KISD Training Program:</b></p>	<p>EU1, EU2, EU8, EU15</p>
<p><b>Forma weryfikacji efektów uczenia się/ Method of verification of learning outcomes:</b></p>	<p>Egzamin ustny/oral exam</p>

<b>Wymagania wobec uczestników/ Requirements for participants:</b>	Podstawowa wiedza i zrozumienie właściwości, zjawisk i metod eksperymentalnych w obszarze nauki o powierzchni i cienkich warstwach, ze szczególnym naciskiem podkreślenie związków między nauką i technologią. <i>Basic knowledge and understanding of surface and thin film properties, processes and experimental methods with emphasis on links between science and technology.</i>
--	---