



Nazwa modułu: Fizyka powierzchni, cienkich warstw i nanostruktur

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: JFT-2-017-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: <http://korek.uci.agh.edu.pl/dydaktyka/fizykapowierzchni.htm>

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. Ślęzak Tomasz (slezak@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Ślęzak Tomasz (slezak@agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Wykład dotyczy podstawowych właściwości fizycznych cienkich warstw i nanostruktur. Przedstawione zostaną techniki wytwarzania i charakteryzacji cienkich warstw.

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student posiada wiedzę o technice próżni i technologiach próżniowych (w szczególności w obszarze ultra-wysokiej próżni).	FT2A_W03, FT2A_W01, FT2A_W02	Udział w dyskusji, Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_W002	Student posiada wiedzę w zakresie spektroskopii elektronowych, metod dyfrakcyjnych oraz mikroskopii stosowanych dla powierzchni cienkich warstw i nanostruktur.	FT2A_W03, FT2A_W01, FT2A_W02	Udział w dyskusji, Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_W003	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych właściwości strukturalnych, elektronowych oraz magnetycznych układów niskowymiarowych.	FT2A_W03, FT2A_W01	Udział w dyskusji, Egzamin, Aktywność na zajęciach
Umiejętności			
M_U001	Student umie zaprojektować proste urządzenie próżniowe oraz proces technologiczny prowadzący do uzyskania określonej nanostruktury.	FT2A_U01, FT2A_U04, FT2A_U03	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach

M_U002	Student potrafi określić symetrię i periodyczność powierzchni, jej rekonstrukcję oraz umie indeksować struktury powierzchniowe przy użyciu wskaźników Millera, notacji macierzowej i Wooda, w przestrzeni rzeczywistej i odwrotnej.	FT2A_U01, FT2A_U04, FT2A_U03	Udział w dyskusji, Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_U003	Student umie dla określonej struktury niskowymiarowej (powierzchni, cienkiej warstwy lub nanostruktury) zaproponować określoną metodykę pomiarową celowaną na właściwości strukturalne, elektronowe lub magnetyczne.	FT2A_U01, FT2A_U04, FT2A_U03	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student angażuje się w merytoryczną dyskusję w grupie, oraz z prowadzącym zajęcia	FT2A_K02, FT2A_K03	Udział w dyskusji, Aktywność na zajęciach

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatori um	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student posiada wiedzę o technice próżni i technologiach próżniowych (w szczególności w obszarze ultra-wysokiej próżni).	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
M_W002	Student posiada wiedzę w zakresie spektroskopii elektronowych, metod dyfrakcyjnych oraz mikroskopii stosowanych dla powierzchni cienkich warstw i nanostruktur.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
M_W003	Student posiada wiedzę w zakresie podstawowych właściwości strukturalnych, elektronowych oraz magnetycznych układów niskowymiarowych.	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student umie zaprojektować proste urządzenie próżniowe oraz proces technologiczny prowadzący do uzyskania określonej nanostruktury.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

M_U002	Student potrafi określić symetrię i periodyczność powierzchni, jej rekonstrukcję oraz umie indeksować struktury powierzchniowe przy użyciu wskaźników Millera, notacji macierzowej i Wooda, w przestrzeni rzeczywistej i odwrotnej.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
M_U003	Student umie dla określonej struktury niskowymiarowej (powierzchni, cienkiej warstwy lub nanostruktury) zaproponować określoną metodykę pomiarową celowaną na właściwości strukturalne, elektronowe lub magnetyczne.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Kompetencje społeczne													
M_K001	Student angażuje się w merytoryczną dyskusję w grupie, oraz z prowadzącym zajęcia	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

1. Termodynamika powierzchni, napięcie i energia powierzchniowa, równowagowy kształt kryształów – 2 godz.
2. Techniki i metody ultrawysokiej próżni (UHV), podstawy kinetyczne, metody otrzymywania i pomiaru UHV, technologie próżniowe – 4 godz.
3. Krystalografia w dwóch wymiarach, relaksacja i rekonstrukcja, powierzchniowo czułe metody dyfrakcyjne: dyfrakcja elektronów niskoenergetycznych (LEED) i odbiciowa dyfrakcja elektronów wysokoenergetycznych (RHEED) – 4 godz.
4. Spektroskopie elektronowe, analizatory i detektory elektronów, spektroskopie fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS) i nadfioletu UPS, spektroskopia elektronów Auger'a, zastosowanie promieniowania synchrotronowego – 4 godz.
5. Mikroskopie ze skanującą sondą, skaningowa mikroskopia i spektroskopia tunelowa (STM), mikroskopia sił atomowych (AFM), mikroskopia siły magnetycznej (MFM) – 4 godz.
6. Procesy adsorpcji, adsorpcja fizyczna i chemiczna, izoterma Langmuira, reakcje powierzchniowe – 2 godz.
7. Epitaksjalny wzrost warstw i nanostruktur, podstawy eksperymentalne epitaksji wiązek molekularnych (MBE), wzrost w warunkach równowagi termodynamicznej, kapilarna teoria nukleacji i kinetyka wzrostu, struktura warstwy granicznej – 4 godz.
8. 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.
9. 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 – 4 godz.

Wykłady prowadzone są interaktywnie, a każdy temat ilustrowany jest przykładami i zadaniami rozwiązywanymi samodzielnie przez studentów i dyskutowanymi w trakcie wykładów i zajęć praktycznych

Zajęcia praktyczne

Zajęcia praktyczne w laboratoriach stosujących techniki i metody pomiarowe w warunkach ultra wysokiej próżni.

1. Wytwarzanie próżni i pomiar ciśnienia
2. Nanoszenie warstw i pomiar grubości
3. Charakteryzacja powierzchni przy użyciu metod spektroskopowych
4. Charakteryzacja powierzchni przy użyciu metod dyfrakcyjnych i mikroskopowych
5. Pomiary właściwości magnetycznych cienkich warstw i nanostruktur

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena z egzaminu uzyskana w drugim terminie wyliczana jest następująco:

$$E = 0.3 \cdot (\text{pierwszy termin}) + 0.7 \cdot (\text{drugi termin})$$

Ocena z egzaminu uzyskana w trzecim terminie wyliczana jest następująco:

$$E = 0.2 \cdot (\text{pierwszy termin}) + 0.3 \cdot (\text{drugi termin}) + 0.5 \cdot (\text{trzeci termin})$$

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E) i przygotowania i aktywności w trakcie zajęć praktycznych (P):

$$OK = 0,7 \times E + 0,3 \times P$$

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw fizyki ciała stałego.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. Oura K., Lifshits V.G., Saranin A.A., Zotov A.V., Katayama M., Surface Science: An Introduction, Series: Advanced Texts in Physics, Springer 2003.
2. Lüth H., Surfaces and Interfaces of Solid Materials (Springer Study edition) Springer; 3rd ed. 1995.
3. Ohring M. Materials Science of Thin Films, Academic Press 2nd ed. 2002
4. <http://www.chem.qmul.ac.uk/surfaces/scc/>
5. http://www.phys.au.dk/~philip/q1_05/surflec/surflec.html
5. Notatki wykładów: <http://korek.uci.agh.edu.pl/dydaktyka/fizykapowierzchni.htm>
6. Skrypt do wykładów (w przygotowaniu)

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

Ze względu na specyfikę zajęć odbywających się w laboratorium naukowym tryb wyrównywania zaległości na zajęciach praktycznych ustalany jest indywidualnie.

Student, który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa zajęcia praktyczne może zostać pozbawiony możliwości ich odrabiania.

Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Zasady zaliczania zajęć:

Zajęcia praktyczne zaliczane są na podstawie oceny przez prowadzącego, przygotowania do zajęć praktycznych, obejmującego wiedzę teoretyczną oraz rozwiązywanie prostych problemów i zadań.

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie zajęć praktycznych.

Egzamin przeprowadzany jest zgodnie z Regulaminem Studiów AGH § 16.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	1 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	45 godz
Udział w zajęciach praktycznych	15 godz
Przygotowanie do zajęć	14 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	105 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS