# STUDIA I STOPNIA 2018/2019

**KARTA KURSU (realizowanego w module specjalności)**

**Fizyka materii**

***(nazwa specjalności)***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nazwa | Fizyka Nanostruktur i Nanotechnologii | Fizyka Nanostruktur i Nanotechnologii |
| Nazwa w j. ang. | Physics of Nanostructures and Nanotechnology | Nanotechnology and Nanomaterials |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kod |  | Punktacja ECTS\* | 4 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Koordynator | dr hab. prof UP Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska | Zespół dydaktyczny |

Opis kursu (cele kształcenia)

|  |
| --- |
| Celem kursu jest zapoznanie uczestników kursu z aktualnymi kierunkami badań fizyki powierzchni materii skondensowanej, układów cienkowarstwowych, nanodrutów i nanorurek oraz nanocząstek. Zapoznanie studentów z metodami doświadczalnymi stosowanymi w ich badaniach, z metodami teoretycznymi opisu procesów fizycznych oraz sposobem ich wykorzystania do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych.  W ramach zajęć studenci zapoznają się z aspektami technicznym prowadzenia pomiarów, aparaturą pomiarową oraz oprogramowaniem służącym do opracowania wyników badań. Przedstawienie współczesnych technik badawczych materiałów przy użyciu mikroskopu skaningowego. |

Efekty kształcenia

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Wiedza | Efekt kształcenia dla kursu | Odniesienie do efektów dla specjalności  (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego) |
| W01 – student ma wiedzę dotyczącą podstawowych kierunków badawczych fizyki powierzchni fazy skondensowanej, układów cienkowarstwowych, nanodrutów i nanorurek oraz nanoczastek.  W02 – student zna podstawowe metody eksperymentalne badania powierzchniowych i objętościowych własności fazy skondensowanej. Zna najnowsze osiągnięcia eksperymentalne fizyki powierzchni fazy skondensowanej.  W03 – Student zna wybrane metody eksperymentalne badania topologii powierzchni i nanostruktur tworzonych na powierzchni materiałów. Ma wiedzę z podstaw technologii wytwarzania nowoczesnych materiałów: technologii wzrostu cienkich warstw i heterostruktur, w szczególności metody MBE (epitaksja z wiązek molekularnych).  W04 – student zna podstawowe zastosowaniach układów hetero struktur. Ma wiedzę z zakresu podstawowych metod teoretycznego opisu własności strukturalnych i elektronowych różnego rodzaju układów powierzchniowych. Ma wiedzę dotyczącą sposobu użycia tych metod w zrozumieniu i interpretacji wyników doświadczalnych.  W05 – Student ma podstawową wiedzę dotyczącą symulacji procesów powierzchniowych takich jak np. dyfuzja, adsorpcja, dysocjacja oraz formowania się obrazów w Skaningowej Mikroskopii Tunelowej i Mikroskopii Sił Atomowych. | K\_W01, K\_W02  K\_W01, K\_W03  K\_W01, K\_W03, K\_W04  K\_W01, K\_W03, K\_W06  K\_W01, K\_W03, K\_W04, K\_W06 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Umiejętności | Efekt kształcenia dla kursu | Odniesienie do efektów dla specjalności  (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalność) |
| U01 – Student umie omówić wybrane zjawiska, eksperymenty, metody badawcze i teorie fizyczne związane z aktualnymi pracami w dziedzinie fizyki powierzchni.  U02 – Student umie wybrać odpowiednie techniki doświadczalne do realizacji określonego zadania badawczego.  U03 – Student umie wybrać i ocenić metodę do wytwarzania układów cienkowarstwowych i heterostruktur.  U04 – Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące symulacji procesów powierzchniowych takich jak np. dyfuzja, adsorpcja, dysocjacja.  U05 – Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące wykorzystania poznanych metod teoretycznych do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych. | K\_U01, K\_U02  K\_U01, K\_U0  K\_U01, K\_U02, K\_U06, K\_U07  K\_U01, K\_U02, K\_U05, K\_U06, K\_U07  K\_U01, K\_U02, K\_U05, K\_U06, K\_U07 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kompetencje społeczne | Efekt kształcenia dla kursu | Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego) |
| K01 – rozumie rolę współczesnych metod doświadczalnych w rozwoju materiałoznawstwa. Ma świadomość znaczenia podejmowania badań naukowych w dziedzinie fizyki dla rozwoju nauki i rozwoju cywilizacyjnego.  K02 – rozumie konieczność stałego śledzenia literatury fachowej.  K03 – wykazuje umiejętność rozumienia i stosowania w praktyce zdobytej wiedzy.  K04 – korzysta z różnych źródeł informacji w celu podnoszenia poziomu wiedzy i umiejętności, rozumie wagę samokształcenia w podnoszeniu kwalifikacji zawodowych i powodzeniu na rynku pracy.  K05 – posiada umiejętność prezentowania oraz uzasadniania i obrony swoich poglądów naukowych. | K\_K01 – K05 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Organizacja | | | | | | | | | | | | | |
| Forma zajęć | Wykład  (W) | Ćwiczenia w grupach | | | | | | | | | | | |
| A |  | K |  | L |  | S |  | P |  | E |  |
| Liczba godzin | 15 |  | | 15 | |  | |  | |  | |  | |

Opis metod prowadzenia zajęć

|  |
| --- |
| Zajęcia prowadzone są metodą wykładu z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych oraz dyskusji dotyczących omawianych zagadnień.  W ramach zajęć studenci będą mieli możliwość zapoznania się z pracą w laboratorium skaningowej mikroskopii tunelowej oraz mikroskopii sił atomowych w Laboratorium Nanostruktur UP. |

Formy sprawdzania efektów kształcenia

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | E – learning | Gry dydaktyczne | Ćwiczenia w szkole | Zajęcia terenowe | Praca laboratoryjna | Projekt indywidualny | Projekt grupowy | Udział w dyskusji | Referat | Praca pisemna (esej) | Egzamin ustny | Egzamin pisemny | Inne |
| W01 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| W02 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| W03 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| W04 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| W05 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| U01 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| U02 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| U03 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| U04 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| U05 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| K01 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| K02 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| K03 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| K04 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |
| K05 |  |  |  |  |  | x |  | x | x |  | x |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Kryteria oceny | BARDZO DOBRY  Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.  DOBRY  Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.  DOSTATECZNY  Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Stosuje je w procesie nauczania według szczegółowej instrukcji nauczyciela akademickiego.  NIEDOSTATECZNY  Student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W05, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji. |

|  |  |
| --- | --- |
| Uwagi |  |

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

|  |
| --- |
| 1. Krystalografia powierzchni. 2. Technika ultra wysokiej próżni (UHV). 3. Wzrost warstw. Techniki chemiczne (CVD, PECVD) i fizyczne ([epitaksja z wiązki molekularnej](http://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fnano.scienceontheweb.net%2Findex.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D13%26Itemid%3D67&ei=Ijt9UsnoJ6Wr4ATUuIDYBg&usg=AFQjCNFmE9wxXL2zm43e9TF6g53MVAAhBg) (MBE), rozpylanie katodowego). 4. Metody charakteryzowania i obrazowania nanomateriałów i nanostruktur. 5. Oddziaływanie elektronów z materią. Wysokorozdzielcze techniki obrazowania: skaningowy mikroskop Elektronowy (SEM), (Skanigowy) Elektronowy Mikroskop Transmisyjny (TEM, STEM), Dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED), Dyfrakcja obiciowa wysokoenergetycznych elektronów (RHEED). 6. Oddziaływanie jonów z powierzchnią. Dyfrakcja jonów niskoenergetycznych (LEID). Rozpraszanie jonów niskoenergetycznych (LEIS). Rozpraszanie atomów helu (HAS). Rozpraszanie wstecznie Rutherforda (RBS). 7. Zjawiska emisji termicznej i polowej. Działo elektronowe (LEG i FEG). Polowa Mikroskopia Jonowa (FIM). 8. Zjawisko tunelowania. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM). 9. Oddziaływania między atomami. Mikroskopia sił atomowych (AFM, FFM, MFM). 10. Manipulowanie atomami i „pisanie atomami” (pisanie w skali nanometrycznej). |

Wykaz literatury podstawowej

|  |
| --- |
| 1. A. Oleś. Metody doświadczalne fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. 1999).  2. D.P. Woodruff, T.A. Delchar, Modern techniques of surface science (Cambridge University Press. 1990).  3. The UK Surface Analysis Forum. Introductions to Many Surface Science Techniques.  <http://www.uksaf.org/tech/list.html>  4.Ed Regis, Nanotechnologia. Narodziny nowej nauki, czyli świat cząsteczka po cząsteczce, Warszawa, 2001. 5.R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, Wydawnictwo Naukowe PWN 2008. |

Wykaz literatury uzupełniającej

|  |
| --- |
| 1. C. Kittel. Wstęp do fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowe PWN. 2012).  2. M. Nowicki. Efekty dyfrakcyjne elektronów pierwotnych i wtórnych w badaniach strukturalnych (Wrocław.  2003).  3. H. Ibach. Physics of Surface and Interfaces (Springer. 2006).  4. H. Lüth. Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer. 2001). |

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ilość godzin w kontakcie z prowadzącymi | Wykład | 15 |
| Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.) | 15 |
| Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym | 20 |
| Ilość godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi | Lektura w ramach przygotowania do zajęć | 10 |
| Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu | 20 |
| Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie) | 10 |
| Przygotowanie do egzaminu | 20 |
| Ogółem bilans czasu pracy | | 110 |
| Ilość punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika | | 4 |