****

**Program studiów doktoranckich prowadzonych w ramach projektu   
PO WER pt. "Środowiskowe interdyscyplinarne studia doktoranckie w zakresie nanotechnologii" 2018-2022**

**(obowiązuje doktorantów UAM, IFM PAN, IChB PAN)**

1. Studia doktoranckie na Wydziale Chemii prowadzone są w dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinie chemia, na Wydziale Fizyki w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinach fizyka i biofizyka, w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka oraz w Instytucie Chemii Bioorganicznej w dziedzinie nauk chemicznych w dyscyplinach chemia i biochemia.
2. Studia prowadzone są w trybie stacjonarnym, rozpoczynają się 1.05.2018r. i trwają 48 miesięcy.
3. Doktorant w ramach studiów doktoranckich jest zobowiązany do indywidualnej pracy naukowej pod kierunkiem opiekuna naukowego, których efektem są w szczególności:
   1. publikacje naukowe (przynajmniej 2 publikacje naukowe z listy filadelfijskiej),
   2. przygotowanie i/lub uczestnictwo w projektach badawczych,
   3. udział w konferencjach naukowych (2 konferencje rocznie, min. 6 doniesień konferencyjnych na konferencjach krajowych i międzynarodowych),
   4. staż zagraniczny w wymiarze 4 miesięcy,
   5. praca doktorska, której obrona odbędzie się nie później niż 30.09.2022.
4. Doktorant zobligowany jest do terminowego realizowania planu studiów, a także złożenia sprawozdania rocznego z pracy naukowej, dydaktycznej oraz organizacyjnej do 30 czerwca każdego roku.
5. Doktoranci zobowiązani są do odbywania praktyk zawodowych w formie prowadzenia zajęć dydaktycznych lub uczestniczenia w ich prowadzeniu w wymiarze co najmniej 10 godzin rocznie, jednak nie przekraczającym ilości 90 godzin rocznie.

**Plan studiów doktoranckich prowadzonych w ramach projektu   
PO WER pt. "Środowiskowe interdyscyplinarne studia doktoranckie w zakresie nanotechnologii" 2018-2022**

**(obowiązuje doktorantów UAM, IFM PAN, IChB PAN)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rok studiów** | **Nazwa  zajęć** | **Sposób weryfikacji** | **ECTS** | **Efekty kształcenia** | **Sposób dokumentacji efektów kształcenia** |
| I | Filozofia | Egzamin | 2 |  | Protokół egzaminacyjny |
| Kształcenie psychopedagogiczne: | Egzamin | 5 |  | Protokół egzaminacyjny |
| Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom I | Egzamin | 3 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny |
| Zajęcia warsztatowe | Egzamin | 2 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_04; | Protokół egzaminacyjny |
| Wykłady specjalistyczne | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny i lista uczestników |
| Laboratorium badawcze | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_03; U\_04; U\_05; U\_06; U\_08; K\_02; K\_03 | Opinia promotora |
| Szkoła letnia | Zaliczenie | 1 | K\_02; U\_06; U\_08 | Certyfikat/ Lista uczestników |
| Seminaria doktoranckie | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_02; K\_03; | Protokół i lista uczestników |
| Praktyka zawodowa (\*) | Zaliczenie | 1 | U\_07 | - |
| Udział w konferencjach | Zaliczenie | - | U\_02; K\_01 | Certyfikat/ Materiały konferencyjne |
| II | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom II | Egzamin | 2 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny |
| Zajęcia warsztatowe | Egzamin | 2 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_04; | Protokół egzaminacyjny |
| Wykłady specjalistyczne | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny i lista uczestników |
| Laboratorium badawcze | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_03; U\_04; U\_05; U\_06; U\_08; K\_02; K\_03 | Opinia promotora |
| Szkoła letnia | Zaliczenie | 2 | K\_02; U\_06; U\_08 | Certyfikat/ Lista uczestników |
| Seminaria doktoranckie | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_02; K\_03; | Protokół i lista uczestników |
| Praktyka zawodowa (\*) | Zaliczenie | 1 | U\_07 | - |
| Zagraniczne staże naukowe | Zaliczenie | - | K\_02; | Opinia opiekuna stażu |
| Udział w konferencjach | Zaliczenie | - | U\_02; K\_01 | Certyfikat/ Materiały konferencyjne |
| III | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom III | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny |
| Zajęcia warsztatowe | Egzamin | 2 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_04; | Protokół egzaminacyjny |
| Wykłady specjalistyczne | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny |
| Laboratorium badawcze | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_03; U\_04; U\_05; U\_06; U\_08; K\_02; K\_03 | Opinia promotora |
| Szkoła letnia | Zaliczenie | 2 | K\_02; U\_06; U\_08 | Certyfikat/ Lista uczestników |
| Praktyka zawodowa (\*) | Zaliczenie | 1 | U\_07 | - |
| Seminaria doktoranckie | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_02; K\_03; | Protokół i lista uczestników |
| Udział w konferencjach | Zaliczenie | - | U\_02; K\_01 | Certyfikat/ Materiały konferencyjne |
| IV | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom IV | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03 | Protokół egzaminacyjny |
| Wykłady specjalistyczne | Egzamin | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; | Protokół egzaminacyjny |
| Laboratorium badawcze | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_03; U\_04; U\_05; U\_06; U\_08; K\_02; K\_03 | Opinia promotora |
| Seminaria doktoranckie | Zaliczenie na ocenę | 1 | W\_01; W\_02; W\_03; U\_01; U\_02; K\_03; | Protokół i lista uczestników |
| Praktyka zawodowa (\*) | Zaliczenie | 1 | U\_07 | - |
| Wykład humanistyczny | Egzamin | 1-2 |  | Protokół egzaminacyjny |
| Udział w konferencjach | Zaliczenie | - | U\_02; K\_01 | Certyfikat/ Materiały konferencyjne |

**Efekty kształcenia**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nr efektu** | **Efekty kształcenia**  ***Po uzyskaniu stopnia doktora doktorant:*** | **Sposoby działań prowadzących do uzyskania efektów kształcenia** | **Metody oceniania uzyskanych efektów kształcenia** |
| **WIEDZA** | | | |
| W-01 | wykazuje wiedzę ogólną dotyczącą zasadniczych teorii, metod badawczych, zasad i pojęć w wybranej dziedzinie naukowej; | Wykłady fakultatywne  Seminaria wydziałowe i grupy badawczej  Samodzielne gromadzenie wiedzy ogólnej i specjalistycznej | Egzamin  Ocena roczna kierownika SD i promotora na podstawie prezentacji wyników badań i dyskusji podczas seminarium  Egzamin doktorski |
| W\_02 | wykazuje znajomość wybranych teorii, metod badawczych, zasad i pojęć z dyscypliny, w której prowadzone są badania naukowe oraz szczegółową specjalistyczną wiedzę umożliwiającą tworzenie nowych teorii, metodologii badań i pojęć przez niezależne badania w specjalizacji, w której wykonywana jest praca doktorska; | Wykłady fakultatywne  Seminaria grupy badawczej  Samodzielne gromadzenie wiedzy ogólnej i specjalistycznej | Egzamin  Ocena roczna promotora na podstawie prezentacji wyników badań i dyskusji podczas seminarium  Egzamin doktorski |
| W\_03 | wykazuje podejście poznawcze do otaczającego nas świata materialnego, polegające na dążeniu do zrozumienia procesów w nim zachodzących; | Seminaria grupy badawczej  Dyskusje z promotorem  Pisanie publikacji  Pisanie pracy doktorskiej | Ocena roczna promotora (j.w,)  Egzamin doktorski  Recenzja pracy doktorskiej |
| **UMIEJĘTNOŚCI** | | | |
| U\_01 | posiada umiejętność pozyskiwania informacji potrzebnych do rozwiązania postawionych problemów; | Seminaria w grupie badawczej  Badania naukowe  Pisanie publikacji  Pisanie pracy doktorskiej | Ocena roczna promotora na podstawie prezentacji wyników badań i dyskusji podczas seminarium;  ocena postępu w badaniach naukowych  Przyjęcie publikacji do druku  Egzamin doktorski  Recenzje pracy doktorskiej |
| U\_02 | ma umiejętność definiowania problemów naukowych, efektywnego poszukiwania rozwiązań oraz ich rozwiązywania w dyscyplinie, w której prowadzone są badania naukowe; | Seminaria w grupie badawczej  Badania naukowe - raporty  Pisanie publikacji  Dyskusje na konferencjach | Ocena roczna promotora (j.w.)  Samoocena |
| U\_03 | ma umiejętność tworzenia nowej wiedzy | Badania naukowe - raporty  Dyskusje z promotorem  Pisanie publikacji  Pisanie pracy doktorskiej | Ocena roczna promotora (j.w.)  Recenzje pracy doktorskiej |
| U\_04 | potrafi projektować i wykonywać zadania naukowe i/lub praktyczne; | Badania naukowe - raporty  Udział w projektach badawczych  Praca doktorska | Ocena roczna promotora (j.w.)  Opinia kierownika projektu  Recenzje pracy doktorskiej |
| U\_05 | potrafi praktycznie wykorzystać i udoskonalić metody badawcze z dyscypliny w której prowadzone są badania naukowe; | Badania naukowe – raporty, publikacje  Praca doktorska | Ocena roczna promotora (j.w.)  Recenzje pracy doktorskiej |
| U\_06 | potrafi napisać publikację naukową przyjętą do druku w recenzowanym czasopiśmie; | Pisanie publikacji | Praca przyjęta do druku |
| U\_07 | potrafi stosować nowoczesne metody i techniki prowadzenia zajęć dydaktycznych; | Praktyka zawodowa | Ocena kierującego praktyką dot. wymienionych efektów kształcenia |
| U\_08 | potrafi samodzielnie planować swój rozwój; | Planowanie badań naukowych,  Wybór zajęć fakultatywnych,  Pisanie projektów badawczych | Ocena roczna promotora trafności planów i skuteczności pisania projektów badawczych |
| **KOMPETENCJE SPOŁECZNE** | | | |
| K\_01 | wykazuje krytyczne zrozumienie wkładu wyników własnej działalności badawczej w rozwój studiowanej dziedziny; | Czynny udział w konferencjach  Seminaria | Ocena roczna promotora (j.w.) |
| K\_02 | posiada umiejętność pracy w zespołach badawczych i wykazuje odpowiedzialność za skutki działań własnych i zespołowych; | Udział w projektach badawczych | Ocena kierownika projektu |
| K\_03 | ma świadomość obowiązku twórczego poszukiwania odpowiedzi na wyzwania współczesności i kształtowania wzorców postaw wobec nowych zjawisk i problemów. | Seminaria  Konsultacje z promotorem | Ocena promotora |

**Zintegrowany Moduł Interdyscyplinarny**

**w obszarze nanotechnologii**

Czteropoziomowy system nauczania w zakresie 4 dyscyplin - fizyki, chemii, biofizyki i biochemii w obszarze nanotechnologii – w sumie 16 wykładów z 4 dyscyplin na 4 poziomach zaawansowania. Każdy   
z doktorantów, w kolejnych latach będzie brał udział w odpowiedniej ilości wykładów przez siebie wybranych. Na pierwszym roku – 4 wykłady ze wszystkich dyscyplin, w kolejnych latach kolejno: 3 wykłady z II poziomu, 2 wykłady z III poziomu oraz 1 wykład z ostatniego, IV poziomu, prowadzonych przez wykładowców z IChB PAN, IFM PAN i WF, WCH UAM.

Łącznie 160 godzin realizacji w ramach środków własnych jednostek.

***Moduł 1:* Fizyka z elementami nanotechnologii**

Tematyka wykładów: procesy i zjawiska zachodzące w nanoskali w obszarze fizykochemii układów koloidalnych; metody i techniki doświadczalne badań nanostruktur i nanomateriałów, właściwości mechaniczne, optyczne, elektryczne i magnetyczne nanomateriałów i nanokompozytów; budowa aparatury wykorzystywanej do badania nanomateriałów (spektrometr, mikroskop elektronowy, tunelowy);

***Moduł 2:* Chemia z elementami nanotechnologii**

Tematyka wykładów: metody wytwarzania membran, nanorurek, kropek kwantowych oraz technologie otrzymywania i projektowania nanomateriałów i nanokompozytów o wybranych właściwościach; zastosowanie nanomateriałów w ochronie środowiska, przemyśle spożywczym, rolniczym, biotechnologii, kosmetyce, medycynie, farmacji i kosmetyce.

***Moduł 3:* Biofizyka z elementami nanotechnologii**

Tematyka wykładów: Procesy fizyczne i chemiczne zachodzące na poziomie molekularnym, w komórkach żywych, elementy fizyki molekularnej, kwantowej, biologii strukturalnej, biochemii i informatyki pozwalającej na modelowanie procesów biochemicznych zachodzących w układach biologicznych

***Moduł 4:* Biochemia z elementami nanotechnologii**

Tematyka wykładów: elementy inżynierii tkankowej, manipulacji komórkowej oraz wczesnego wykrywania, monitoringu i leczenia schorzeń przy zastosowaniu wielofunkcyjnych nanonarzędzi; elementy biochemii   
i genetyki molekularnej mikroorganizmów, biochemii fizycznej i strukturalnej, biochemii analitycznej   
i stosowanej, biochemii komórki, biochemii człowieka, genetyki molekularnej i inżynierii genetyczna, chemia biomolekuł; nowe metody transferu genów, pojęcia markerów DNA i membran biologicznych

**Zajęcia warsztatowe**

Zajęcia z technik laboratoryjnych i obsługi sprzętu dedykowanego nanotechnologii. Podstawy dla wszystkich: 15 godzin (5 grup laboratoryjnych po 4 osoby), następnie 3 wybrane zajęcia na poziomie zaawansowanym z wybranych przez doktoranta technik) – łącznie 210 h zajęć realizowanych w małych grupach 2-4 os. (środki własne).

|  |  |
| --- | --- |
| **l.p.** | **Zajęcia Laboratoryjne** |
| 1. | **Laboratorium spektroskopii NMR i obrazowania** |
|  | Spektrometr NMR 800 MHz, 600 MHz, 400 MHz, horyzontalny skaner MRI 9,4 T |
| 2. | **Laboratorium Mikroskopii** |
|  | wysokorozdzielczy transmisyjny mikroskop elektronowy HRTEM 200 kV, transmisyjny mikroskop elektronowy TEM 120 kV, skaningowy mikroskop elektronowy SEM/CryoSEM, skaningowy mikroskop tunelowy STM/AFM, mikroskop sił atomowych AFM sprzężony ze spektrometrem Ramana |
| **3.** | **Laboratorium Spektroskopii Optycznej** |
|  | skaningowy mikroskop konfokalny z modułem FCS/FRET/FRAP, szybki wielowiązkowy skaningowy mikroskop konfokalny z modułem FCS/FLIM/TIRF |
| 4. | **Laboratorium Biologiczne** |
|  | system "In Cell Analyzer", mikroskopia fluorescencyjna, |
| **5.** | **Laboratorium Chemiczne** |
|  | Laboratorium wytwarzania nanomateriałów (ALD, Wysokopróżniowa maszyna UHV do naparowywania materiałów, centrowanie masek wraz z depozytorem rotacyjnym), Skaningowy kalorymetr różnicowy DSC, Dyfraktometr rentgenowski |

**Szkoły letnie**

Trzy edycje pięciodniowych wyjazdowych szkół letnich, kształcących umiejętności miękkie nieobjęte planem studiów, mające charakter fakultatywny. Każda edycja będzie składała się z 40 godzin zajęć (120 godzin na doktoranta). Prowadzone będą na niej zajęcia takie jak: praca w grupie, przedsiębiorczość, myślenie innowacyjne, komunikacja interpersonalna i prowadzenie rozmów w miejscu pracy, pisanie projektów i prac naukowych, autoprezentacja i public speaking, dobre zarządzanie czasem, ochrona własności intelektualnej, i inne niezbędne w przypadku prowadzenia badań interdyscyplinarnych oraz pracy w takim zespole. Zajęcia prowadzone będą z udziałem osób z otoczenia społeczno-gospodarczego.

**Wykłady specjalistyczne**

Wykłady specjalistyczne prowadzone będą m. in. przez wykładowców zagranicznych, również   
z wykorzystaniem transmisji ICT. Ilość wykładów specjalistycznych to w sumie 15 godzin rocznie, w tym   
w sumie min. 5 wykładów prowadzonych będzie przez wykładowców zagranicznych za pomocą transmisji ICT trwających 3 h (IV kwartał 2018, IV kwartał 2019, II i IV kwartał 2020, II kwartał 2021). Pozostałe wykłady specjalistyczne doktorant wybierać będzie z puli zajęć z ofert przygotowanych corocznie przez jednostki (dopasowanie kształcenia do indywidualnych potrzeb).

**Społeczne i etyczne zagadnienia nanotechnologi**i, w szczególności dotyczące wpływu nanotechnologii na człowieka oraz wykorzystania jej przez człowieka; zagrożenia wynikające z toksyczności nanomateriałów, nierównego dostępu społeczeństw do nanotechnologii oraz uzależnień od nowych nanomateriałów   
i nanotechnologii

**Staże zagraniczne**

Doktorant będzie miał możliwość uczestniczenia w 4 miesięcznym zagranicznym stażu naukowym   
(w okresie od 01 do 05.2019) związanym z dyscypliną, w której realizowana jest praca doktorska aby nabyć unikalne umiejętności badawcze, a także jednocześnie testując jego kompetencje komunikacyjne i językowe.

**Udział w konferencjach krajowych i zagranicznych**

2 konferencje na rok

**Seminaria doktoranckie**

Cotygodniowe spotkania, na których doktoranci będą przedstawiać swoje osiągnięcia.

**Laboratoria Badawcze**

Prowadzenie badań naukowych z użyciem wysokiej klasy aparatury badawczej partnerów.

**Program ramowy studiów doktoranckich prowadzonych w ramach projektu   
PO WER pt. "Środowiskowe interdyscyplinarne studia doktoranckie w zakresie nanotechnologii" 2018-2022**

**(obowiązuje doktorantów UAM, IFM PAN, IChB PAN)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rok studiów** | **Nazwa  zajęć** | **Godziny zajęć w roku** | | | | | **ECTS** |
| razem | W | Ć | S | L |
| I | Filozofia | 30 | 30 |  |  |  | 2 |
| Kształcenie psychopedagogiczne: | 60 |  |  |  |  | 5 |
| Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom I | 40 | 40 |  |  |  | 3 |
| Zajęcia warsztatowe | 70 |  |  |  | 70 | 2 |
| Wykłady specjalistyczne | 15 | 15 |  |  |  | 1 |
| Laboratorium badawcze | 30 |  |  |  | 30 | 1 |
| Szkoła letnia | 40 |  | 40 |  |  | 1 |
| Seminaria doktoranckie | 30 |  |  | 30 |  | 1 |
| Praktyka zawodowa (\*) | 10 |  |  |  |  | 1 |
| Udział w konferencjach | - |  |  |  |  | - |
| RAZEM: | **325** |  | | | | **17** |
| II | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom II | 30 | 30 |  |  |  | 2 |
| Zajęcia warsztatowe | 70 |  |  |  | 70 | 2 |
| Wykłady specjalistyczne | 15 | 15 |  |  |  | 1 |
| Laboratorium badawcze | 30 |  |  |  | 30 | 1 |
| Szkoła letnia | 40 |  | 40 |  |  | 2 |
| Seminaria doktoranckie | 30 |  |  | 30 |  | 1 |
| Praktyka zawodowa (\*) | 10 |  |  |  |  | 1 |
| Zagraniczne staże naukowe | - |  |  |  |  | - |
| Udział w konferencjach | - |  |  |  |  | - |
|  | **225** |  | | | | **10** |
| III | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom III | 20 | 20 |  |  |  | 1 |
| Zajęcia warsztatowe | 70 |  |  |  | 70 | 2 |
| Wykłady specjalistyczne | 15 | 15 |  |  |  | 1 |
| Laboratorium badawcze | 30 |  |  |  | 30 | 1 |
| Szkoła letnia | 40 |  | 40 |  |  | 2 |
| Praktyka zawodowa (\*) | 10 |  |  |  |  | 1 |
| Seminaria doktoranckie | 30 |  |  | 30 |  | 1 |
| Udział w konferencjach | - |  |  |  |  | - |
| **RAZEM:** | **215** |  | | | | **9** |
| IV | Zintegrowany moduł interdyscyplinarny poziom IV | 10 | 10 |  |  |  | 1 |
| Wykłady specjalistyczne | 15 | 15 |  |  |  | 1 |
| Laboratorium badawcze | 30 |  |  |  | 30 | 1 |
| Seminaria doktoranckie | 30 |  |  | 30 |  | 1 |
| Praktyka zawodowa (\*) | 10 |  |  |  |  | 1 |
| Wykład humanistyczny | 30 | 30 |  |  |  | 1-2 |
| Udział w konferencjach | - |  |  |  |  | - |
| **RAZEM:** | **125** |  | | | | **6-7** |
|  |  |  |  | | | | **42-43** |