**Nazwa przedmiotu:**

Nanotechnologia medyczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Beata Butruk-Raszeja

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIPN-MSP-201

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

6

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 90
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 15
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 25
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 20
Sumaryczny nakład pracy studenta 150

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 60h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zaliczenie: matematyki, chemii fizycznej, chemii organicznej.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Przedstawienie historii nanotechnologii i nanomateriałów od czasów starożytnych poprzez prace Faradaya po dzisiejsze badania i trendy rozwojowe.
2. Omówienie podstaw nanofizyki i nanochemii, przedstawienie zjawisk stojących za właściwościami nanomateriałów.
3. Przedstawienie metod badania właściwości nanomateriałów.
4. Procesy zachodzące na granicy faz pomiędzy organizmem żywym i materią nieożywioną.
5. Przedstawienie zagadnień hodowli komórkowych i ich zastosowania przy ewaluacji nanomateriałów.
6. Przedstawienie zastosowań i metod otrzymywania nanomateriałów w medycynie.
7. Przedstawienie zastosowań i metod otrzymywania nanomodyfikacji powierzchni do celów medycznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wprowadzenie do nanotechnologii – omówienie pierwszych zastosowań i metod otrzymywania nanomateriałów.
2. Podstawy nano-chemii i nano-fizyki - przedstawienie zjawisk stojących za właściwościami nanomateriałów.
3. Metody badania nanomateriałów – przedstawienie pośrednich i bezpośrednich technik badania właściwości nanomateriałów.
4. Podstawy farmakokinetyki, farmakodynamiki i procesów kontrolowanego podawania leków
5. Podstawy hodowli komórkowych – przedstawienie podstawowych zagadnień zakładania, prowadzenia oraz kończenia hodowli komórkowej.
6. Procesy zachodzące na granicy faz pomiędzy organizmem żywym i materią nieożywioną, losy nano-obiektów w organizmie – biozgodność, procesy immunologiczne odrzucenia ciała obcego, procesy opsonizacji, wchłanianie nanocząstek przez komórki.
7. Metody otrzymywania nanocząstek do celów medycznych – omówienie technologii produkcji nanocząstek do celów medycznych stosowanych obecnie na skalę przemysłową oraz w laboratoriach.
8. Metody modyfikacji powierzchni wyrobów medycznych – przedstawienie technik stosowanych w przemyśle i badanych w laboratoriach a przeznaczonych do celowej modyfikacji powierzchni wyrobów medycznych.
9. Metody wytwarzania rusztowań tkankowych – przedstawienie procesów wytwarzania rusztowań tkankowych, otrzymywanie nanowłókien, otrzymywanie rusztowań kostnych.
10. Środowisko prawne dotyczące rejestracji leków i wyrobów medycznych.

Laboratorium
1. Otrzymywanie nanowłókien z polimerów medycznych metodą elektroprzędzenia i rozdmuchu roztworu polimeru. Wykonanie próbek i przeprowadzenie pomiarów ich właściwości. Własnoręczne wykonanie materiałów do kolejnych ćwiczeń, do oznaczenia ich własności biologicznych.
2. Otrzymywanie nanocząstek polimerowych ze znacznikiem fluorescencyjnym.
3. Otrzymywanie biodegradowalnych nanocząstek ceramicznych metodą precypitacji z zastosowaniem inhibitorów wzrostu kryształów.
4. Nauka podstawowych metod pracy z komórkami, nauka obsługi mikroskopu optycznego i konfokalnego, nauka precyzyjnego pipetowania, zasady pracy jałowej w laboratorium komórkowym, metody barwienia komórek i oznaczania toksyczności. Zakładanie hodowli komórek zwierzęcych, jej prowadzenie i zakończenie.
5. Właściwości biologiczne nanomateriałów. Poznanie metod stosowanych w dopuszczaniu nowych materiałów do zastosowań medycznych. Techniki hodowli komórek zwierzęcych stosowanych w testach toksyczności nanomateriałów. Wykonanie testu toksyczności zawiesiny nanocząstek na linii komórkowej fibroblastów mysich zgodnie z normą ISO.
6. Hodowle komórek ludzkich na otrzymanych nano-modyfikowanych materiałach – rusztowaniach tkankowych. Celem jest pokazanie studentom jak nano-modyfikacje materiałów wpływają na wzrost i zachowanie się komórek ludzkich. Przeprowadzenie hodowli oraz testu cytotoksyczności własnoręczne wykonanych (podczas poprzednich ćwiczeń) nanomateriałów zgodnie z normą ISO 10993.
7. Odczytywanie i omówienie wyników testów długotrwałych. Powtarzanie eksperymentów które się nie powiodły ze względu na zakażenia i błędy metodyczne.
8. Kolokwium zaliczeniowe.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. kolokwium
3. praca domowa
4. sprawozdanie

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podstawowa
1. L. Cademartiri, G.A. Ozin, „Nanochemia”, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2017.
2. S. Stokłosowa, „Hodowle Komórek i Tkanek”, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2012.
3. Red. K. Żelechowska „Nanotechnologia w praktyce”, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2016.
Uzupełniająca
1. Red. A. Świderska-Środa, W. Łojkowski, M. Lewandowska, K.J. Kurzydłowski, „Świat nanocząstek”, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2016.
2. G.A. Ozin, A.C. Arsenault, L. Cademartiri, “Nanochemistry. A Chemical Approach to Nanomaterials”, The Royal Society of Chemistry, 2009.
3. R.I. Freshney, “Culture of Animal Cells. A Manual of Basic Technique and Specialized Applications”, Wiley-Blackwell, 2010.
4. A.L. Yarin, B. Pourdeyhimi, S. Ramakrishna, “Fundamentals and Applications of Micro- and Nanofibers”, Cambridge University Press, 2014.
5. Red. M. Lewandowska, K.J. Kurzydłowski, „Nanomateriały inżynierskie konstrukcyjne i funkcjonalne”, Wydawnictwo PWN, 2010.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Wykład:
Przedmiot jest realizowany w formie wykładu, na którym obecność nie jest obowiązkowa. W przypadku wystąpienia ograniczeń wymuszających formę zdalną zajęć, wykłady będą odbywały się na platformie MS Teams, zgodnie z planem zajęć. Również w przypadku zajęć zdalnych, obecność na wykładzie nie jest obowiązkowa.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie wyniku egzaminu pisemnego, którego terminy są wyznaczane w sesjach egzaminacyjnych: zimowej i jesiennej. W zimowej sesji egzaminacyjnej wyznaczane są 2 terminy, a w sesji jesiennej 1 termin egzaminu pisemnego.
Po zakończeniu wykładów w semestrze zimowym organizowany jest egzamin dodatkowy, nie wliczany do limitu udziału studentów w egzaminach, zwany „egzaminem zerowym”. Do tego „egzaminu zerowego” mogą przystąpić wszyscy studenci, którzy występują na listach rejestracyjnych przedmiotu. Termin „egzaminu zerowego” ustalany jest na 12 wykładzie.
Na egzaminie studenci mogą używać klasycznego kalkulatora.
Warunkiem zaliczenia części wykładowej przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu zgodnie ze skalą ocen:
<50% - 2,0; 51%÷60% - 3,0; 61%÷70 – 3,5; 71÷80% - 4,0; 81÷90% - 4,5; 91÷100% - 5,0.
W przypadku wystąpienia ograniczeń wymuszających formę zdalną zajęć, egzamin odbędzie się na platformie MS Teams oraz MS Forms.

Laboratorium:
Do udziału w zajęciach laboratoryjnych nie jest wymagane zaliczenie części wykładowej. Program zajęć laboratoryjnych obejmuje wykonanie w podgrupach 10 ćwiczeń laboratoryjnych (realizowanych blokami). Składy zespołów oraz terminy wykonywania poszczególnych ćwiczeń w danym roku akademickim określa „Harmonogram zajęć”. Instrukcje do ćwiczeń są udostępnione do pobrania na stronie internetowej BioMedLab, WIChiP oraz przesyłane e-mailem przez prowadzących.
Instrukcja do ćwiczenia zawiera podstawowe informacje teoretyczne i praktyczne dotyczące tematyki oraz sposobu wykonania danego ćwiczenia. Warunkiem dopuszczenia studenta do ćwiczenia jest zaliczenie ustnego sprawdzianu wstępnego, którego zakres obejmuje treść instrukcji do aktualnie wykonywanego ćwiczenia. Zakres sprawozdania końcowego określa prowadzący po wykonaniu ćwiczenia, w oparciu o wskazówki zawarte w instrukcji ćwiczenia. Warunkiem zaliczenia danego ćwiczenia laboratoryjnego jest jego poprawne wykonanie. Warunkiem zaliczenia kolokwium jest otrzymanie co najmniej 51% maksymalnej sumy punktów. Warunkiem zaliczenia części laboratoryjnej przedmiotu jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń, oddanie w terminie wszystkich sprawozdań (liczbę, zakres oraz termin oddania sprawozdania określa prowadzący), zaliczenie wszystkich sprawozdań oraz zaliczenie kolokwium końcowego.
Student ma prawo do realizacji ćwiczenia w innym terminie niż wynikający z harmonogramu tylko w przypadku usprawiedliwionej nieobecności. W przypadku niezaliczenia kolokwium, student ma prawo do jednego dodatkowego terminu w trybie poprawkowym. Przy czym, gdy kolokwium odbywa się w trybie poprawkowym, student może otrzymać maksymalną ocenę pomniejszoną o 20%. Oceny pozytywne nie podlegają poprawie. Na sprawdzianach wstępnych studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń. Na kolokwium studenci mogą używać klasycznego kalkulatora.
z części laboratoryjnej określa się zgodnie ze skalą ocen:
<50% - 2,0; 51%÷60% - 3,0; 61%÷70 – 3,5; 71÷80% - 4,0; 81÷90% - 4,5; 91÷100% - 5,0
W przypadku wystąpienia ograniczeń wymuszających formę zdalną zajęć, zajęcia odbędą się na platformie MS Teams (obecność obowiązkowa). Zaliczenie zajęć laboratoryjnych odbędzie się na podstawie sprawozdań oraz kolokwium realizowanego w formie zdalnej na platformie MS Teams oraz MS Forms.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z części wykładowej i laboratoryjnej.
Ocenę końcową z przedmiotu Nanotechnologia Medyczna stanowi średnia ważona ocen uzyskanych z części wykładowej i laboratoryjnej, przy czym waga oceny z części wykładowej wynosi 0,6, zaś z części laboratoryjnej - 0,4.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlega jedynie ta część przedmiotu (wykład i/lub laboratorium), z której student nie uzyskał oceny pozytywnej.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma specjalistyczną wiedzę dotyczącą procesów realizowanych w nanoskali.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Posiada wiedzę o właściwościach i metodach otrzymywania nanostruktur oraz o metodach pomiarowych stosowanych w nanotechnologii.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W3:**

Posiada wiedzę o rodzajach i technikach działalności zawodowej zgodnie ze strategią rozwoju.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WK, P7U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych posługując się terminologią z zakresu nanotechnologii medycznej zarówno w języku polskim jak i angielskim.

Weryfikacja:

praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi planować i prowadzić badania w celu wytworzenia nanocząstek lub innych nanostruktur (korzystać z przyrządów pomiarowych) oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski Potrafi zaprojektować syntezę nanocząstek lub innych nanostruktur.

Weryfikacja:

kolokwium, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi dobrać technikę przetwarzania produktów farmaceutycznych, zależności od ich przeznaczenia oraz określić strategię prowadzenia procesów przetwarzania farmaceutyków w celu osiągnięcia pożądanych form końcowych.

Weryfikacja:

kolokwium, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka KS2:**

Posiada wiedzę o zagrożeniach i zaletach niesionych przez nanotechnologię.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KR, P6U\_K, I.P6S\_KK