

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Nanotechnologie i Nanomateriały

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: N

Stopień studiów: I

Specjalności: Technologie Nanomateriałowe

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	NANO-1_47TN - Metody badań nanomateriałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WITCh NANO oIS D48 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	7

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	15	0	0	0	0	15

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z metodami frakcjonowania polimerów.

**Cel 2** Zapoznanie z metodami wyznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów.

**Cel 3** Zapoznanie z metodami spektroskopowymi wykorzystywanymi do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych.

**Cel 4** Zapoznanie z metodami termomechanicznymi wykorzystywanymi do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych.

**Cel 5** Zapoznanie z metodami wykorzystywanymi do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: dielektrycznymi, mikroskopią elektronową (skaningową i transmisyjną), a także metodą rozpraszania promieniowania rentgenowskiego.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza na temat metod identyfikacji związków organicznych. Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów oraz ich budową strukturalną.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna metody frakcjonowania polimerów.

**EK2 Wiedza** Student zna metody wyznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów.

**EK3 Wiedza** Student zna wybrane metody spektroskopowe i potrafi je wykorzystać do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych.

**EK4 Wiedza** Student zna wybrane metody termomechaniczne i potrafi je wykorzystać do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych.

**EK5 Wiedza** Student zna metody dielektryczne, mikroskopię elektronową (skaningową i transmisyjną), a także metodę rozpraszania promieniowania rentgenowskiego i potrafi je wykorzystać do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Metody frakcjonowania polimerów: frakcjonowanie strąceniowe, selektywne rozpuszczanie, metody elucyjne, kolumnowa i cienkowarstwowa chromatografia preparatywna.	2
W2	Metody oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metoda grup końcowych, metoda wiskozymetryczna, osmometria membranowa i parowa, metody sedymentacyjne i dyfuzyjne, metody rozpraszania światła, metoda turbidymetryczna, spektrometria MS i MALDI-TOF, chromatografia GPC.	7
W3	Wybrane metody spektroskopowe wykorzystywane do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopia FT-IR i Ramana, spektroskopia UV i emisyjna, spektroskopia ESCA, XPS i elektronów Augera, spektroskopia EPR.	4
W4	Wybrane metody termomechaniczne wykorzystywane do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: TMA i DMTA.	1
W5	Metody dielektryczne, mikroskopia elektronowa (skaningowa i transmisyjna), metoda rozpraszania promieniowania rentgenowskiego.	1

SEMINARIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
S1	Metody frakcjonowania polimerów: frakcjonowanie strąceniowe, selektywne rozpuszczanie, metody elucyjne, kolumnowa i cienkowarstwowa chromatografia preparatywna na przykładzie frakcjonowania wybranych polimerów.	2
S2	Metody oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metoda grup końcowych, metoda wiskozymetryczna, osmometria membranowa i parowa, metody sedymentacyjne i dyfuzyjne, metody rozpraszania światła, metoda turbidymetryczna, spektrometria MS i MALDI-TOF, chromatografia GPC na przykładzie analizy wybranych polimerów.	7
S3	Wybrane metody spektroskopowe wykorzystywane do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopia FT-IR i Ramana, spektroskopia UV i emisyjna, spektroskopia ESCA, XPS i elektronów Augera, spektroskopia EPR na przykładzie analizy wybranych polimerów i nanomateriałów.	4
S4	Wybrane metody termomechaniczne wykorzystywane do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: TMA i DMTA na przykładzie analizy wybranych polimerów i nanomateriałów.	1
S5	Metody dielektryczne, mikroskopia elektronowa (skaningowa i transmisyjna), metoda rozpraszania promieniowania rentgenowskiego na przykładzie analizy wybranych polimerów i nanomateriałów.	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Dyskusja

N4 Praca w grupach

N5 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	8
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	35
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	30
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

P2 Projekt

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów. Znajomość metody frakcjonowania strąceniowego (zasada rozdziału, sposób przeprowadzenia rozdziału, warunki rozdziału, zalety i ograniczenia metody).

NA OCENĘ 3.5	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów. Znajomość metod: frakcjonowania strąceniowego i selektywnego rozpuszczania (zasada rozdziału, sposób przeprowadzenia rozdziału, warunki rozdziału, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.0	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów. Znajomość metod: frakcjonowania strąceniowego, selektywnego rozpuszczania, elucyjnych (zasada rozdziału, sposób przeprowadzenia rozdziału, warunki rozdziału, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.5	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów. Znajomość metod: frakcjonowania strąceniowego, selektywnego rozpuszczania, elucyjnych, kolumnowej chromatografii preparatywnej (zasada rozdziału, sposób przeprowadzenia rozdziału, warunki rozdziału, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 5.0	Znajomość zagadnień związanych z ciężarem cząsteczkowym polimerów i ich budową strukturalną oraz zależności pomiędzy ciężarem cząsteczkowym i jego rozrzutem a właściwościami polimerów. Znajomość celu i istoty frakcjonowania polimerów. Znajomość metod: frakcjonowania strąceniowego, selektywnego rozpuszczania, elucyjnych, kolumnowej i cienkowarstwowej chromatografii preparatywnej (zasada rozdziału, sposób przeprowadzenia rozdziału, warunki rozdziału, zalety i ograniczenia metody).
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych i metody wiskozymetrycznej (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 3.0	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych, metody wiskozymetryczna oraz osmometrii membranowej i parowej (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 3.5	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych, metody wiskozymetryczna, osmometrii membranowej i parowej, metod sedymentacyjnych i dyfuzyjnej (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.0	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych, metody wiskozymetryczna, osmometrii membranowej i parowej, metod sedymentacyjnych i dyfuzyjnej oraz metod rozpraszania światła i metody turbidymetrycznej (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).

NA OCENĘ 4.5	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych, metody wiskozymetryczna, osmometrii membranowej i parowej, metod sedymentacyjnych i dyfuzyjnej, metod rozpraszania światła, metody turbidymetrycznej, spektrometrii MS i MALDI-TOF (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 5.0	Znajomość metod oznaczania ciężaru cząsteczkowego polimerów: metody grup końcowych, metody wiskozymetryczna, osmometrii membranowej i parowej, metod sedymentacyjnych i dyfuzyjnej, metod rozpraszania światła, metody turbidymetrycznej, spektrometrii MS i MALDI-TOF, chromatografii GPC (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób wyznaczania ciężaru cząsteczkowego, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 3.0	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR i Ramana (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 3.5	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR i Ramana oraz spektroskopii UV (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.0	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR i Ramana, spektroskopii UV i emisyjna (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.5	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR i Ramana, spektroskopii UV i emisyjna, spektroskopii ESCA, XPS i elektronów Augera (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 5.0	Znajomość metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych: spektroskopii FT-IR i Ramana, spektroskopii UV i emisyjna, spektroskopii ESCA, XPS i elektronów Augera, spektroskopii EPR (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Znajomość metody TMA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody).
NA OCENĘ 3.0	Znajomość metody TMA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy i warunki analizy).

NA OCENĘ 3.5	Znajomość metody TMA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
NA OCENĘ 4.0	Znajomość metody TMA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody). Znajomość metody DMTA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody).
NA OCENĘ 4.5	Znajomość metody TMA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody). Znajomość metody DMTA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy i warunki analizy).
NA OCENĘ 5.0	Znajomość metod TMA i DMTA (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metody, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metody).
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość wybranych metod dielektrycznych i sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy).
NA OCENĘ 3.0	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość wybranych metod dielektrycznych i sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metod, porównanie wyników uzyskanych metodami dielektrycznymi i innymi metodami badawczymi).
NA OCENĘ 3.5	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość wybranych metod dielektrycznych i sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metod, porównanie wyników uzyskanych metodami dielektrycznymi i innymi metodami badawczymi). Znajomość podstawowych informacji na temat mikroskopii elektronowej.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość podstawowych informacji na temat mikroskopii elektronowej. Znajomość wybranych metod dielektrycznych i skaningowej mikroskopii elektronowej oraz sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metod, porównanie wyników uzyskanych metodami dielektrycznymi, przy użyciu mikroskopii elektronowej i innych metod badawczych).

NA OCENĘ 4.5	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość podstawowych informacji na temat mikroskopii elektronowej. Znajomość wybranych metod dielektrycznych, skaningowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej oraz sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metod, porównanie wyników uzyskanych metodami dielektrycznymi, przy użyciu mikroskopii elektronowej i innych metod badawczych).
NA OCENĘ 5.0	Wiedza na temat zachowania się polimerów w polu elektrycznym. Znajomość podstawowych informacji na temat mikroskopii elektronowej. Znajomość wybranych metod dielektrycznych, skaningowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej oraz metody rozpraszania promieniowania rentgenowskiego, a także sposobu ich wykorzystania do badania właściwości polimerów i tworzyw sztucznych (zjawisko fizyczne leżące u podstaw metod, sposób przeprowadzenia analizy, warunki analizy, zalety i ograniczenia metod, porównanie wyników uzyskanych metodami dielektrycznymi, przy użyciu mikroskopii elektronowej i innych metod badawczych).

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	W1 S1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1 P2
EK2		Cel 2	W2 S2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1 P2
EK3		Cel 3	W3 S3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1 P2
EK4		Cel 4	W4 S4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1 P2
EK5		Cel 5	W5 S5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Wł. Przygocki** — *Metody fizyczne badań polimerów*, Warszawa, 1990, PWN
- [2 ] **J.F. Rabek** — *Współczesna wiedza o polimerach wybrane zagadnienia*, Warszawa, 2008, PWN
- [3 ] **A. Błędzki, S. Spychaj, T. Spychaj** — *Masa cząsteczkowa i polidispersja polimerów*, Warszawa, 1987, PWN



[4 ] D. Berek, M. Dressier, M. Kubin, K. Marcinka — *Chromatografia żelowa*, Warszawa, 1989, PWN

[5 ] E. de Hoffmann, J. Charette, V. Stroobant — *Spektrometria mas*, Warszawa, 1998, WNT

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] J. Garaj — *Fizyczne i fizykochemiczne metody analizy*, Warszawa, 1981, WNT

[2 ] H. Barańska, A. Łabudzińska, J. Terpiński — *Laserowa spektrometria ramanowska. Zastosowanie analityczne*, Warszawa, 1981, WNT

[3 ] C.N.R. Rao — *Spektroskopia elektronowa związków organicznych*, Warszawa, 1982, PWN

[4 ] B.J. Hunt, M.I. James — *Polymer characterization*, Glasgow, 1993, Blackie Academic & Professional

[5 ] R. Seymour i Ch.E. Carraher Jr. — *Polymer chemistry*, New York Bazylea, 2003, Marcel Dekker, Inc.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Piotr Czub (kontakt: pczub@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Piotr Czub (kontakt: pczub@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....