Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i Nanomateriały — Profil: Praktyczny

Forma sudiów: stacjonarne — Kod kierunku: NtiNm

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Fizyka polimerów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Polymer physics
Kod przedmiotu	WIMiF NTINM pIS F9 21/22
Kategoria przedmiotu	Przedmioty wybieralne
Liczba punktów ECTS	3.00
Semestry	6

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Seminarium	Projekt
6	15	15	0	0	0	15

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami fizyki polimerów, ich mikrostrukturą, architekturą, fraktalnym charakterem konformacji i z różnymi rodzajami polimerowych substancji.

Cel 2 Zapoznanie studentów ze statystyką konformacyjną makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych oraz różnymi modelami idealnego łańcucha polimerowego.

Cel 3 Zapoznanie studentów z efektem oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rze- czywistych, energią oddziaływań dalekiego zasięgu, teorią Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku.

Cel 4 Zapoznanie studentów ze sprężystymi właściwościami łańcucha idealnego i rzeczywiste- go pod wpływem sił zewnętrznych, oraz statystyki konformacyjnej i termodynamiki łańcucha zamkniętego w porze cylindrycznym, a także pomiędzy dwoma powierzchniami.

Cel 5 Zapoznanie studentów ze zjawiskiem adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego i jej opisem z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.

Cel 6 Zapoznanie studentów z termodynamiką mieszanin roztworów polimerowych i teorią Flory- ego - Hugginsa dla mieszanin dwuskładnikowych, pojęciami równowagi termodynamicznej, lokalnej stabilnośći mieszaniny i diagramu fazowego.

Cel 7 Zapoznanie studentów z termodynamiką rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i skoncen- trowanych roztworów polimerowych i przeprowadzenie szczegółowej analizy diagramu fazowego roztworów polimerowych.

Cel 8 Zapoznanie studentów z wypadkowym rozgałęzieniem makrocząsteczek, różnymi modelami sieci polimerowych i elastycznością polimerów usieciowanych.

Cel 9 Zapoznanie studentów z dynamiką łańcucha polimerowego, modelem Rousea i modelem Zimma.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Opanowanie materiału z przedmiotów matematycznych, znajomość fizyki ogólnej i znajomość podstawowych zagadnień z termodynamiki i fizyki statystycznej.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student ma wiedzę o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostrukturze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.

EK2 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić obliczenia w ramach statystyki konforma- cyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych oraz zna różne modele idealnego łańcucha polimerowego.

EK3 Wiedza Student ma wiedzę na czym polega efekt oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych, potrafi wyliczyć energię oddziaływań dalekiego zasięgu, zna jak przeprowadzić obliczenia w ramach teorii Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku.

EK4 Umiejętności Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rze- czywistego pod wpływem sił zewnętrznych, oraz zna jak przeprowadzić obliczenia ze statystyki konformacyjnej i termodynamiki łańcucha zamkniętego w porze cylindrycznym, a także pomiędzy dwoma powierzchniami.

EK5 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakte- rystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.

EK6 Wiedza Student ma wiedzę jak przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa, zna na czym polegają pojęcia równowagi termodynamicznej, lokalnej stabilnośći mieszaniny i jak otrzymuje się diagram fazowy.

EK7 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charak- terystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych i potrafi przeprowadzić szczegółową analizę diagramu fazowego roztworów polimerowych.

EK8 Wiedza Student zna na czym polega rozgałęzienie makrocząsteczek, zna różne modele dla polimerów usieciowanych i jak można wyliczyć elastyczność takich sieci.

EK9 Wiedza Student ma wiedzę jak przeprowadzić obliczenia w ramach modelu Rousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.

6 Treści programowe

Projekt		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Dynamika łańcucha polimerowego.	15

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Historia nauk o polimerach. Polimery w otaczającym nas świecie. Mikrostruktura polimerów. Homopolimery. Architektura polimerów. Heteropolimery. Fraktalny charakter konformacji polimeru. Rodzaje polimerowych substancji: A) Ciecze polimerowe. Roztwory polimerowe. Stopy polimerowe; B)Twarde polimery C) Polimery ciekłokrystaliczne.	1
W2	Rotacja wewnętrzna, giętkość i wewnętrzne stopnie swobody polimerów. Konformacje giętkiego idealnego łańcucha. Model swobodnie połączonych segmentów. Promień bezwładności łańcucha idealnego. Promień bezwładności łańcucha giętkiego. Inne modele idealnego łańcucha. Polimery sztywne i półsztywne. Statystyka konformacyjna idealnego łańcucha polimerowego. Gaussowski rozkład statystyczny wektorów koniec-koniec idealnego łańcucha. Łańcuch gaussowski. Energia swobodna łańcucha idealnego i entropia konfiguracyjna. Korelacyjna funkcja idealnego polimeru.	2
W3	Oddziaływania wyłączonej objętości: a) f- funkcja Mayera;b)asymetryczne mery. Klasyfikacja rozpuszczalników. Energia oddziaływań dalekiego zasięgu. Teoria Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku. Metoda grup renormalizacji (RG). Zakres korelacji termicznej.	2
W4	Łańcuch idealny i rzeczywisty w polu oddziaływań zewnętrznych: a)sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego ; b) łańcuch zamknięty w porze cylindrycznym; c) łańcuch zamknięty w szczelinie pomiędzy dwoma powierzchniami.	2
W5	Adsorpcja pojedynczego łańcucha: a) metoda skalowania; b) teoria Floryego adsorbowanego łańcucha.	1
W6	Termodynamika mieszaniny roztworów polimerowych. Entropia dwuskładnikowych mieszanin. Energia dwuskładnikowych mieszanin. Teoria Floryego Hugginsa. Równowaga i stabilność. Diagram fazowy.	2
W7	Diagram fazowy dla roztworu polimerowego: a) rozpuszczalnik; b) zły rozpuszczalnik; c) dobry rozpuszczalnik. Napólrozcieńczone rozpuszczalniki.	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W8	Makrocząsteczki rozgałęzione. Elastyczność polimerów usieciowanych. Termodynamika sieci polimerowych. Gaussowskie modele elastyczności sieci polimerowej. Elastyczność sieci idealnej. Model sieci afinicznej. Model sieci fantomowej. Sieć z uwięzionymi węzłami. Zależność naprężenia od odkształcenia. Parametr pamięci i równanie stanu elastyczności sieci. Równanie Mooneya-Rivlina. Pęcznienie sieci polimerowej.	2
W9	Dynamika łańcucha polimerowego. Model Rousea. Model Zimma. Mody relaksacji pojedynczego łańcucha polimerowego.	1

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Rozwiązywanie zadań ściśle związanych z treścią wykładu.	15

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Konsultacje

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Prezentacje multimedialne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**90**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Projekt zespołowy

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostrukturze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostrukturze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.

Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostrukturze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostrukturze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o podstawowych pojęciach fizyki polimerów, ich mikrostruk- turze, architekturze, fraktalnym charakterze konformacji i różnych rodzajach polimerowych substancji.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o obliczeniach w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o obliczeniach w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o obliczeniach w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o obliczeniach w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych oraz zna różne modele idealnego łańcucha polimerowego.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o obliczeniach w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia w ramach statystyki konformacyjnej dla makrocząsteczek giętkich, sztywnych i napółsztywnych oraz zna różne modele idealnego łańcucha polimerowego.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o efekcie oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o efekcie oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych, Student potrafi wyliczyć energię oddziaływań dalekiego zasięgu.

Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o efekcie oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych, Student potrafi wyliczyć energię oddziaływań dalekiego zasięgu, zna jak przeprowadzić obliczenia w ramach teorii Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o efekcie oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych, Student potrafi wyliczyć energię oddziaływań dalekiego zasięgu, zna jak przeprowadzić obliczenia w ramach teorii Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o efekcie oddziaływań wyłączonej objętości dla łańcuchów rzeczywistych, Student potrafi wyliczyć energię oddziaływań dalekiego zasięgu, zna jak przeprowadzić obliczenia w ramach teorii Floryego dla łańcucha polimerowego w dobrym rozpuszczalniku.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o sprężystych właściwościach łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych. Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o sprężystych właściwościach łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych. Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o sprężystych właściwościach łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych. Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych, oraz zna jak przeprowadzić obliczenia ze statystyki konformacyjnej i termodynamiki łańcucha zamkniętego w porze cylindrycznym.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o sprężystych właściwościach łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych. Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych, oraz zna jak przeprowadzić obliczenia ze statystyki konformacyjnej i termodynamiki łańcucha zamkniętego w porze cylindrycznym, a także pomiędzy dwoma powierzchniami.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o sprężystych właściwościach łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych. Student potrafi wyliczyć sprężyste właściwości łańcucha idealnego i rzeczywistego pod wpływem sił zewnętrznych, oraz zna jak przeprowadzić obliczenia ze statystyki konformacyjnej i termodynamiki łańcucha zamkniętego w porze cylindrycznym, a także pomiędzy dwoma powierzchniami.
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.

Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o obliczeniach termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o obliczeniach termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o obliczeniach termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o obliczeniach termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o obliczeniach termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk adsorpcji pojedynczego łańcucha idealnego i rzeczywistego z wykorzystaniem metody skalowania oraz Teorii Floryego.
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa. Student zna na czym polegają pojęcia równowagi termodynamicznej, lokalnej stabilnośći mieszaniny i jak otrzymuje się diagram fazowy.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa. Student zna na czym polegają pojęcia równowagi termodynamicznej, lokalnej stabilnośći mieszaniny i jak otrzymuje się diagram fazowy.

Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk mieszanin roztworów polimerowych z wykorzystaniem teorii Floryego - Hugginsa. Student zna na czym polegają pojęcia równowagi termodynamicznej, lokalnej stabilnośći mieszaniny i jak otrzymuje się diagram fazowy.
Efekt kształcenia 7	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych i potrafi przeprowadzić szczegółową analizę diagramu fazowego roztworów polimerowych.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych. Student potrafi przeprowadzić obliczenia termodynamicznych charakterystyk rozcieńczonych, napółrozcieńczonych i stężonych roztworów polimerowych i potrafi przeprowadzić szczegółową analizę diagramu fazowego roztworów polimerowych.
Efekt kształcenia 8	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o rozgałęzieniu makrocząsteczek i o modelach dla polimerów usieciowanych.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o rozgałęzieniu makrocząsteczek i o modelach dla polimerów usieciowanych. Student zna różne modele dla polimerów usieciowanych.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o rozgałęzieniu makrocząsteczek i o modelach dla polimerów usieciowanych. Student zna na czym polega rozgałęzienie makrocząsteczek, zna różne modele dla polimerów usieciowanych i jak można wyliczyć elastyczność takich sieci.

Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o rozgałęzieniu makrocząsteczek i o modelach dla polimerów usieciowanych. Student zna na czym polega rozgałęzienie makrocząsteczek, zna różne modele dla polimerów usieciowanych i jak można wyliczyć elastyczność takich sieci.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o rozgałęzieniu makrocząsteczek i o modelach dla polimerów usieciowanych. Student zna na czym polega rozgałęzienie makrocząsteczek, zna różne modele dla polimerów usieciowanych i jak można wyliczyć elastyczność takich sieci.
Efekt kształcenia 9	
Na ocenę 2.0	brak wiedzy z materiałów wykładu.
Na ocenę 3.0	55%-60% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia w ramach modelu Rousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.
Na ocenę 3.5	61%-70% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia w ramach modelu Rousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.
Na ocenę 4.0	71%-80% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia w ramach modelRousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.
Na ocenę 4.5	81%-90% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia w ramach modelu Rousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.
Na ocenę 5.0	91%-100% materiału z wykładu o przeprowadzeniu obliczenia w ramach modelu Rousea i modelu Zimma dla podstawowych charakterystyk, opisujących dynamikę pojedynczego łańcucha polimerowego.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U09	Cel 1	P1 W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK2	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_K01 K1_K04	Cel 2	P1 W2 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK3	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_K04	Cel 3	P1 W3 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK4	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_K01 K1_K04	Cel 4	P1 W4 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK5	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U15 K1_K01 K1_K04	Cel 5	P1 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK6	K1_W01 K1_W02 K1_W04 K1_W05 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U09 K1_K01 K1_K04	Cel 6	P1 W6 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK7	K1_W01 K1_W02 K1_W05 K1_W06 K1_W11 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U11 K1_K01 K1_K04	Cel 7	P1 W7 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK8	K1_W01 K1_W02 K1_W05 K1_W06 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U15 K1_K01 K1_K04	Cel 8	P1 W8 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1
EK9	K1_W01 K1_W02 K1_W05 K1_W06 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U05 K1_U06 K1_U07 K1_U15 K1_K01 K1_K04	Cel 9	P1 W9 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] M. Rubinstein, R.H. Colby — *Polymer Physics*, New York, 2003, Oxford University Press

[2] P.-G. de Gennes — *Scaling Concepts in Polymer Physics*, Itaca and London, 1979, Cornell University Press

[3] H. Galiny — *Fizyka materiałów polimerowych: Makrocząsteczki i ich układy*, Warszawa, 2008, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne

Literatura uzupełniająca

[1] F. Starzyk — *Wstęp do fizyki makrocząsteczek*, Kraków, 1998, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. prof.PK. Zoryana Usatenko (kontakt: zusatenko@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr hab. prof. PK Zoriana Danel (kontakt: zoriana.danel@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....