

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: CHEMIA MAKROZĄSTECZEK		2. Kod przedmiotu:		
3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2017/18				
4. Forma kształcenia: studia stacjonarne				
5. Poziom kształcenia: STUDIA I STOPNIA				
6. Kierunek studiów: CHEMIA				
7. Profil studiów: ogólnoakademicki				
8. Specjalność:				
9. Semestr: 5				
10. Jednostka prowadząca przedmiot: Katedra Chemii Organicznej, Bioorganicznej i Biotechnologii				
11. Prowadzący przedmiot: dr inż. Anna Korytkowska-Wałach				
12. Przynależność do grupy przedmiotów: przedmioty wspólne				
13. Status przedmiotu: obowiązkowy				
14. Język prowadzenia zajęć: polski				
15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Chemia organiczna, Chemia fizyczna, Chemia analityczna				
16. Cel przedmiotu: Zapoznać studentów z najważniejszymi procesami polimeryzacji, podstawowymi polimerami i tworzywami sztucznymi, podstawowymi technikami eksperymentalnymi syntezy polimerów oraz podstawowymi właściwościami materiałów polimerowych				
17. Efekty kształcenia:¹				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
1.	Ma podstawową wiedzę z zakresu chemii związków wielkocząsteczkowych	Egzamin, sprawdziany, ocena sprawozdań	Wykład, laboratorium	K_W05 +++
2.	Ma wiedzę na temat syntezy, oczyszczania, analizowania składu i określania struktury związków chemicznych	Egzamin, sprawdziany, ocena sprawozdań	Wykład, laboratorium	K_W07 +++

¹ należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

3.	Dobiera i potrafi stosować metody analityczne do jakościowego i ilościowego oznaczania związków chemicznych	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	K_U04 +
4.	Potrafi przeprowadzać proste pomiary fizykochemiczne oraz opracować i przedstawić w czytelny sposób ich wyniki	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	K_U08 +
5.	Potrafi planować i wykonywać eksperymenty w laboratorium chemicznym w zgodzie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	K_U10 ++
6.	Posługuje się podstawowymi technikami laboratoryjnymi w syntezie, wydzielaniu, rozdzielaniu i oczyszczaniu związków chemicznych	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	KU_11 ++
7.	Stosuje podstawowe techniki laboratoryjne dla oceny właściwości fizykochemicznych związków chemicznych	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	KU-12 ++
8.	Potrafi pracować w zespole w trakcie przeprowadzania doświadczeń oraz podczas interpretacji i analizy wyników; ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	sprawdziany, ocena sprawozdań	laboratorium	K_K02 +

18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30		30		

Treści kształcenia: (oddzielnie dla każdej z form zajęć dydaktycznych W./Ćw./L./P./Sem.)

Wykład:

Podstawowe pojęcia dotyczące makrocząsteczek i polimerów

Krótką historią rozwoju polimerów. Definicje podstawowych pojęć (monomer, makrocząsteczka, polimer, jednostka konstytucyjna, jednostka monomeryczna, oligomer, żywica, tworzywo sztuczne). Klasyfikacja polimerów. Nomenklatura związków wielkocząsteczkowych.

Struktura molekularna makrocząsteczek

Pojęcie średniej masy cząsteczkowej i dyspersji mas cząsteczkowych. Metody pośrednie i bezpośrednie oznaczania średnich mas cząsteczkowych polimerów. Topologia, mikrostruktura łańcucha makrocząsteczki. Regioregularność, izomeria optyczna, izomeria geometryczna. Konfiguracja łańcucha polimerowego. Pseudochiralność. Polimery stereoregularne. Izomeria łańcucha polimerów dienowych. Kopolimery i ich struktura, sekwencje kopolimeryczne. Konformacja łańcucha polimerowego, makrokonformacja, struktury helikalne. Struktura cząsteczkowa i nadcząsteczkowa, morfologia.

Struktura fizyczna polimerów

Krystaliczność polimerów. Polimery krystaliczne, amorficzne, semikrystaliczne.

Stany fizyczne polimerów amorficznych. Klasyfikacja Ehrenfesta przemian fazowych I i II rodzaju. Temperatura topnienia. Temperatura zeszklenia (T_g). Wpływ budowy makrocząsteczki na wysokość T_g. Metody oznaczania temperatury zeszklenia.

Rodzaje polimeryzacji

Klasyfikacja wg Carothersa. Klasyfikacja w oparciu o mechanizm polimeryzacji. Porównanie polimeryzacji łańcuchowej i polimeryzacji stopniowej.

Termodynamika polimeryzacji łańcuchowej. Temperatura graniczna polimeryzacji. Mechanizm polimeryzacji łańcuchowej.

Polimeryzacja rodnikowa

Stosowane monomery, inicjatory. Mechanizm i kinetyka polimeryzacji rodnikowej. Reakcje elementarne polimeryzacji rodnikowej. Inicjator a katalizator. Efekt klatkowy. Efektywność inicjatora. Efekt Trommsdorffa i Norrish-Smitha. Pojęcie łańcucha materialnego i kinetycznego. Reakcje rekombinacji i dysproporcjonowania a długość łańcucha kinetycznego. Reakcje przeniesienia aktywności łańcucha. Wewnątrzcząsteczkowe przeniesienie na łańcuch makrocząsteczki. Inhibicja i retardacja polimeryzacji rodnikowej. Przemysłowe metody prowadzenia polimeryzacji rodnikowej (suspensyjna, emulsyjna, roztworowa, w bloku). Polimeryzacja rodnikowa – zastosowania przemysłowe. Synteza polietylenu o małej gęstości, polistyrenu i kopolimerów styrenu, poli(chloru winylu), polimerów akrylowych, poli(octanu winylu), fluoropolimerów, polimerów 1,3-dienów)

Kopolimeryzacja wolnorodnikowa. Rodzaje kopolimerów. Równanie kopolimeryzacji. Współczynniki kopolimeryzacji. Metoda Lewisa-Mayo i metoda Finemana-Rosa wyznaczania współczynników reaktywności. Układ Q-e (teoria Alfrey-Price'a).

Polimeryzacja kontrolowana

Ograniczenia klasycznej polimeryzacji wolnorodnikowej. Polimeryzacja żyjąca a polimeryzacja kontrolowana. Kinetyka polimeryzacji żyjącej. Odstępstwa od idealnego przebiegu polimeryzacji żyjącej.

Kontrolowana polimeryzacja rodnikowa. Polimeryzacja z trwałym rodnikiem. Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu. Polimeryzacja z odwracalnym addycyjno-fragmentacyjnym przeniesieniem łańcucha.

Polimeryzacja jonowa

Polimeryzacja anionowa. Stosowane monomery i inicjatory. Wpływ rozpuszczalnika, przeciwjonu. Polimeryzacja anionowa monomerów węglowodorowych, monomerów polarnych, heterocyklicznych. Porównanie kontrolowanej polimeryzacji rodnikowej i żyjącej polimeryzacji anionowej. Cel syntez kopolimerów blokowych i strategie ich syntezy. Zastosowania przemysłowe polimeryzacji anionowej (polidieny, poliformaldehyd, polieter, poli(ϵ -kapolaktam), polistyren).

Polimeryzacja kationowa. Stosowane monomery i inicjatory. Wpływ rozpuszczalnika, przeciwjonu. Polimeryzacja kationowa izobutylen, tetrahydrofuranu. Zastosowania przemysłowe polimeryzacji kationowej (poliizobutylen, poliacetale, poliamid 6, polieter).

Polimeryzacja koordynacyjna

Inicjowanie i propagacja. Katalizatory. Monomery tworzące kompleksy π z katalizatorem. Efekt oddziaływania zwrotnego metali w kompleksach metali przejściowych z olefinami. Monomery tworzące kompleksy σ z katalizatorem. Reakcje terminacji. Regio- i stereoregularność w polimeryzacji koordynacyjnej. Katalizatory Zieglera-Natta. Charakterystyka pierwszych technologii wytwarzania poliolefin. Katalizatory oparte na metalocenach. Znaczenie struktury geometrycznej katalizatorów metalocenowych. Najważniejsze polimery otrzymywane koordynacyjnie (polietylen wysokiej gęstości, polietylen linowy małej gęstości, polipropylen, poli(buten-1), polidieny)

Polimeryzacja z otwarciem pierścienia (anionowa, kationowa, koordynacyjna)

Polimeryzacja cykloolefin, cyklicznych: estrów, eterów, acetalu, amidów, siloksanów. Stereokontrolowana synteza polimerów chiralnych.

Polikondensacja

Monomery. Średnia funkcyjność monomeru. Cechy charakterystyczne polimeryzacji kondensacyjnej, stopniowość i równowagowość. Stopień konwersji i stechiometria układu reakcyjnego a masa cząsteczkowa. Polikondensacja w układzie otwartym i zamkniętym. Reakcje uboczne polikondensacji. Polikondensacja nierównowagowa. Sposoby prowadzenia polikondensacji (na granicy faz, w masie, w roztworze). Najważniejsze zastosowania przemysłowe.

Pozostałe ważniejsze polimery

Poliestry (metody otrzymywania, ważniejsze poliestry o znaczeniu przemysłowym). Poliwęglany. Nienasycone żywice poliestrowe. Poliamidy. Poliuretany (surowce, reakcje syntezy, budowa segmentowa, środki spieniające). Żywice epoksydowe (surowce, utwardzanie). Żywice fenolowo-formaldehydowe. Żywice mocznikowo-formaldehydowe. Żywice mocznikowo-formaldehydowe. Polisiloksany.

Struktury usieciowane

Elementy sieci polimerowej (łańcuch pierwotny, węzły sieci, parametr sieci, gęstość usieciowania). Sieci rzeczywiste. Właściwości fizyczne polimerów usieciowanych. Sieci polikondensacyjne. Układ winyl – diwinyl. Funkcyjność a żelowanie. Punkt żelu. Sieci typu IPN. Hydrożele (stosowane polimery, metody sieciowania, równowagowy stopień spęczenia, indeks spęczenia).

Polimery przeznaczone do zastosowań specjalnych

Polimery wrażliwe na bodźce środowiska. Polimery do zastosowań biomedycznych. Polimery przewodzące. Polimery z pamięcią kształtu.

Laboratorium:**Ćwiczenie 1: Polikondensacja [5 godzin]**

Synteza poliestru alifatycznego lub alifatyczno-aromatycznego na drodze wysokotemperaturowej polikondensacji alifatycznych dioli i alifatycznych kwasów dikarboksylowych i/lub bezwodników alifatycznych i/lub aromatycznych kwasów dikarboksylowych. Monitoring postępu reakcji poprzez oznaczanie liczby kwasowej (LK).

Zaliczenie ćwiczenia: Ocena wiedzy teoretycznej; sprawozdanie pisemne z opisem ćwiczenia, graficznym przedstawieniem postępu reakcji oraz obliczeniem średniej liczbowo masy cząsteczkowej na podstawie LK.

Ćwiczenie 2: Wolnorodnikowa polimeryzacja suspensyjna i emulsyjna [5 godzin]

Synteza polimeru (lub kopolimeru) akrylowego lub winylowego na drodze polimeryzacji suspensyjnej lub emulsyjnej. Wydzielenie polimeru z mieszaniny reakcyjnej, porównanie właściwości produktów.

Zaliczenie ćwiczenia: Ocena wiedzy teoretycznej; sprawozdanie pisemne z opisem ćwiczenia.

Ćwiczenie 3: Fotopolimeryzacja [5 godzin]

Polimeryzacja lub kopolimeryzacja wybranych monomerów akrylowych w bloku lub w roztworze wodnym w obecności fotoinicjatorów pod działaniem promieniowania ultrafioletowego lub skondensowanej wiązki światła widzialnego. Badanie rozpuszczalności lub spęczniania produktów polimeryzacji w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych.

Zaliczenie ćwiczenia: Ocena wiedzy teoretycznej; sprawozdanie pisemne z opisem ćwiczenia.

Ćwiczenie 4: Wyznaczanie masy cząsteczkowej polimerów metodą lepkościową [5 godzin]

Rozpuszczanie i wytrącanie polimerów. Wyznaczanie masy cząsteczkowej wybranych polimerów metodą lepkościową.

Zaliczenie ćwiczenia: Ocena wiedzy teoretycznej; sprawozdanie pisemne z opisem ćwiczenia i obliczeniem masy cząsteczkowej na podstawie pomiarów wiskozymetrycznych.

Ćwiczenie 5: Kopolimeryzacja [5 godzin]

Kopolimeryzacja rodnikowa lub jonowa wybranych układów monomerów. Obliczenie składu kopolimeru na podstawie analizy chemicznej (oznaczenie liczby zmydlenia, lub liczby kwasowej, lub liczby hydroksylowej).

Zaliczenie ćwiczenia: Ocena wiedzy teoretycznej; sprawozdanie pisemne z opisem ćwiczenia oraz obliczeniami składu kopolimeru na podstawie oznaczeń analitycznych.

Ćwiczenie 6: Identyfikacja pospolitych polimerów i tworzyw sztucznych [5 godzin]

Oznaczenie gęstości granulatów polimerowych. Obserwacja zachowania się próbki polimeru w płomieniu i podczas pirolizy. Badanie odczynu oparów i określenie ich zapachu. Badanie rozpuszczalności tworzywa. Test Liebermana-Morawskiego.

19. Egzamin: TAK**20. Literatura podstawowa:**

1. Z.Florjańczyk, S.Penczek, (red.) *Chemia polimerów*, tom 1, *Makrocząsteczki i metody ich otrzymywania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995
2. Z.Florjańczyk, S.Penczek, (red.) *Chemia polimerów*, tom 2, *Podstawowe polimery syntetyczne i ich zastosowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997
3. M.P.Stevens, *Wprowadzenie do chemii polimerów*, PWN, Warszawa 1983
4. A. Korytkowska-Wałach, M. Gibas, K. Kajewska-Kania, *Chemia Makrocząsteczek. Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych*, Gliwice 2012

21. Literatura uzupełniająca:

1. Z.Florjańczyk, S.Penczek, (red.) *Chemia polimerów*, tom 3, *Podstawowe polimery syntetyczne i ich zastosowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997
2. J.J.Pielichowski, A.A.Puszyński, *Technologia tworzyw sztucznych*, wyd.3, WNT, Warszawa 1992
3. H.Galina, *Fizykochemia polimerów*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1998

22. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1.	Wykłady	30/30
2.	Ćwiczenia	
3.	Laboratorium	30/30
4.	Projekt	
5.	Seminarium	
6.	Inne	3+5=8/8
Suma godzin:		68/68
23. Suma wszystkich godzin:		136
24. Liczba punktów ECTS:		5
25. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:		2
26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty, ćwiczenia):		2
27. Uwagi:		

Zatwierdzono:

.....
(data i podpis prowadzącego)

.....
(data i podpis Dyrektora/Kierownika podstawowej
lub międzywydziałowej jednostki organizacyjnej)

¹ 1 punkt ECTS – 25-30 godzin pracy studenta