

(pieczęć jednostki organizacyjnej)

KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: KATALIZA W CHEMII POLIMERÓW		2. Kod przedmiotu:		
3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2018/2019				
4. Forma kształcenia: studia II stopnia				
5. Poziom kształcenia: studia stacjonarne				
6. Kierunek studiów: TECHNOLOGIA CHEMICZNA RCH				
7. Profil studiów: ogólnoakademicki				
8. Specjalność: TECHNOLOGIA POLIMERÓW I TWORZYW SZTUCZYCH				
9. Semestr: II				
10. Jednostka prowadząca przedmiot: Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów				
11. Prowadzący przedmiot: dr inż. Małgorzata Czichy				
12. Przynależność do grupy przedmiotów: specjalnościowy				
13. Status przedmiotu: wybieralny				
14. Język prowadzenia zajęć: polski				
15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Chemia Fizyczna, Chemia Nieorganiczna, Chemia Organiczna, Chemia Analityczna				
16. Cel przedmiotu: Wykład „Kataliza w chemii polimerów” ma za zadanie przedstawić współczesne zastosowania katalizatorów w syntezie związków wielkocząsteczkowych, ze szczególnym uwzględnieniem – katalizatorów polikondensacji, polimeryzacji olefin i depolimeryzacji. W trakcie wykładu wprowadzone zostaną także podstawowe pojęcia z dziedziny katalizy tj.: rodzaje katalizatorów, mechanizmy katalityczne, najważniejsze katalizatory stosowane w katalizie homogenicznej oraz heterogenicznej, metody wytwarzania i charakterystyki fizykochemicznej katalizatorów, czy rola materiału polimerowego jako nośnika katalizatora.				
17. Efekty kształcenia:¹				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów

¹ należy wskazać ok. 5 – 8 efektów kształcenia

1.	Posiada wiedzę dotyczącą zagadnień związanych ze zjawiskiem adsorpcji. Zna rodzaje adsorpcji oraz potrafi opisać zjawisko adsorpcji przy użyciu podstawowych izoterm adsorpcji.	kolokwium	wykład	K_W05 (3)
2.	Posiada wiedzę w zakresie wyznaczania powierzchni właściwej oraz porowatości ciał stałych.	kolokwium	wykład	K_W05 K_W08 (1)
3.	Posiada wiedzę dotyczącą najważniejszych typów adsorbentów stosowanych w katalizie i przemyśle. Zna sposoby ich otrzymywania, budowę, możliwości modyfikacji ich właściwości oraz zastosowanie.	kolokwium	wykład	K_W05
4.	Posiada wiedzę za zakresu ogólnych zagadnień dotyczących katalizy tj.: mechanizm katalitycznego działania, aktywność i selektywne działanie katalizatora, wpływ na szybkość reakcji chemicznej czy rodzaje katalizy.	kolokwium	wykład	K_W05 K_U04 (2)
5.	Zna główne typy katalizatorów homogenicznych i heterogenicznych, ich budowę, skład oraz zastosowanie.	kolokwium	wykład	K_W07 (2) K_W05
6.	Posiada wiedzę dotyczącą zastosowania homogenicznych i heterogenicznych układów katalitycznych w najważniejszych procesach przemysłowych.	kolokwium	wykład	K_W05 K_K02 (1) K_U04 K_U13 (1)

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

Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
30				

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

Zagadnienia ogólne: definicja katalizy i katalizatora; kataliza a równowaga chemiczna; kataliza a szybkość reakcji; podział procesów katalitycznych ze względu na fazowość układu; mechanizmy katalityczne; aktywność katalizatora, selektywność katalizatora, pojęcia częstości przemian (TON) i ilości cykli katalitycznych (TOF).

Adsorpcja, zależność między adsorpcją a katalizą, zjawisko kondensacji kapilarnej, rodzaje i zastosowanie adsorbentów; rodzaje adsorbentów - żel krzemionkowy, aktywny tlenek glinowy, węgle aktywne, zeolity; modyfikacja określonego adsorbentu na potrzeby procesu katalitycznego.

Adsorpcja fizyczna, chemisorpcja, mechanizmy chemisorpcji, charakterystyka fizykochemiczna adsorbentów i katalizatorów: podstawowe izoterm (równania Langmuira, izoterma BET), wyznaczanie izoterm, ich praktyczne wykorzystanie w charakterystyce katalizatora; wyznaczanie ciepła adsorpcji.

Zagadnienia pokrewne: procesy elektrokatalityczne, fotokatalityczne.

Kataliza homogeniczna i heterogeniczna – podstawowe informacje, różnice i przykładowe procesy.

Etapy heterogenicznego procesu katalitycznego. Skład i postać katalizatorów heterogenicznych. Klasyfikacja katalizatorów heterogenicznych i reakcji katalizy heterogenicznej. Metale katalitycznie aktywne. Katalizatory trójfunkcyjne. Tlenkowe katalizatory elektrofilowe i nukleofilowe.

Znaczenie katalizy heterogenicznej w przemyśle chemicznym (zagadnienia ogólne), przykłady procesów (np. hydrotalcja w przemyśle petrochemicznym, utlenianie etylenu, synteza Fischera-Tropscha, wytwarzanie bezwodnika maleinowego, kaprolaktamu, ibuprofenu); podstawowe problemy katalizy heterogenicznej; dezaktywacja i regeneracja katalizatorów.

Katalizatory polimeryzacji olefin, mechanizmy koordynacji, wytwarzanie polipropylenu syndio- i izotaktycznego – porównanie katalizatorów, generacje katalizatorów Zieglera-Natta. Enzymopodobne polimery funkcjonalizowane do katalizy przemysłowej. Polimery rozgałęzione w katalizie homo- i heterogenicznej, polimery jako nośniki (domieszkowanie spinelami, heterokwasami); polimery koordynacyjne oraz związki polimerowe typu 'MOF' (*metal-organic framework*) jako materiały dla katalizy. Katalizatory w polikondensacji międzyfazowej (np. czwartorzędowe sole amoniowe i etery koronowe). Polikondensacja w stopie z udziałem katalizatora.

Kataliza homogeniczna. Kataliza kwasowo-zasadowa. Kataliza reakcji utleniania i redukcji jonami metali przejściowych. Homogeniczna kataliza kompleksami metali. Reakcja karbonylacji. Katalizatory metalocenowe w chemii polimerów, aktywacja za pomocą MAO, dalsze kierunki modyfikacji (np. wyeliminowanie MAO, modyfikacja za pomocą ligandów, uruchamianie na nośnikach). Katalizatory postmetalocenowe.

Kataliza asymetryczne. Wytwarzanie polimerów π -skoniugowanych.

Katalizatory w ochronie środowiska. Katalizatory procesów depolimeryzacji (zagadnienia związane z recyklingiem tworzyw sztucznych takich jak poliolefiny, PCV, katalityczne upłynnianie kauczuków).

Preparatyka katalizatorów – metody. Metody charakterystyki katalizatorów i określania mechanizmu reakcji. Metody określania aktywności katalitycznej.

Procesy polimeryzacji w preparatyce katalizatorów - immobilizacja molekularna na matrycy przy udziale polimeryzacji, sterowaniu wymiarem cząstek materiału aktywnego na nośniku katalizatora.

19. Egzamin: nie

Do zaliczenia przedmiotu jest wymagane zdanie kolokwium pisemnego z wykładów na poziomie 50%.

20. Literatura podstawowa:

1. M. Ziółek, I. Nowak, *Kataliza heterogeniczna, wybrane zagadnienia*. Wydawn. Nauk. UAM, Poznań 1999
2. B. Grzybowska-Świerkosz, *Elementy katalizy heterogenicznej*. PWN, Warszawa 1993
3. Bates, R. W. (2012) *Organic Synthesis Using Transition Metals*, 2nd Edition, John Wiley and Sons. ISBN: 978-1-119-97894-7
4. Crabtree, R. H. (2009). *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*. John Wiley and Sons. p. 2. ISBN 978-0-470-25762-3
5. T. Milk, *Kataliza i Katalizatory*, Wyd. Szkol. i Ped., Warszawa 1971
6. G.C. Bond, *Kataliza heterogeniczna: podstawy i zastosowanie*, Wyd. Nauk. Warszawa 1979
7. I. Nowak, M. Ziółek, *Kataliza heterogeniczna*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań, 1, 1999
8. F. Pruchnik, *Kataliza homogeniczna*. PWN, Warszawa 1993
9. E. T. Dutkiewicz, *Fizykochemia powierzchni. Wykl. z chemii fizycznej*, WNT, Wa-wa 1998
10. W. Turek, Z. Uziel, *Zbiór zadań obliczeniowych z Chemii Fizycznej – cz. II – Kinetyka chemiczna i adsorpcja*, Wyd. Politechnika Śląska 1998 (i dalsze wydania)
11. Z. Sarbak, *Adsorpcja i adsorbenty*, Wyd. Nauk. Poznań 2000
12. K. Szczegot, *Kataliza Zieglera-Natty w polimeryzacji etylenu i alfa-olefin*. Wydawnictwo Naukowe WSP, Opole 1992
13. K. Czaja, Z. Florjańczyk, W. Królikowski, P. Kubisa, G. Rokocki, *Chemia polimerów*; t. 1, (red. Z. Florjańczyk i S. Penczek), Oficyna Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa 1995, 335.
14. L.L. Böhm, J. Berthold, H.F. Enderle, M. Fleissner, *Metalorganic catalysts for synthesis and polymerization*, (red. W. Kaminsky), Springer Verlag 1999, 5. 11. Pat. USA

21. Literatura uzupełniająca:

1. J. M. Thomas, W. J. Thomas, *Principle and practice of heterogeneous catalysis*, VCH Weinheim, 2008
 2. H. J. Butt, K. Graf, M. Kappl, *Physics and Chemistry of Interfaces*, Wiley-VCH, 2003
 3. G. Rothenberg, *Catalysis, Concepts and Green Applications*. Wiley – VCH, Weinheim 2008
 4. B. Cornils, W. A. Herrmann, M. Muhler, Chi-Huey Wong, *Catalysis from A to Z*, Vol. 1, 2, 3. Wiley – VCH, Weinheim 2007
 5. M. Wojciechowska, M. Pietrowski, M. Zieliński, *Chemia ciała stałego, Ćwiczenia laboratoryjne*. Wydawn. Nauk. UAM, Poznań 2007
 6. Z. Sarbak, *Kataliza w ochronie środowiska*. Wydawn. Nauk. UAM, Poznań 2004
 7. J. Ościk, *Adsorpcja*. PWN, Warszawa 1983
 8. Chorkendorff, J. W. Niemantsverdriet, *Concepts of modern catalysis and kinetics*. Wiley – VCH, Weinheim 2003
 9. A. Davydov, *Molecular spectroscopy of oxide catalyst surface*. Wiley, England 2003
 10. J. Nejmark, *Syntetyczne adsorbenty mineralne*. WNT, Warszawa 1988
- Aktualne publikacje naukowe dostępne w bazach SCOPUS, Web of Science

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	
4.	Projekt	
5.	Seminarium	
6.	Inne	
Suma godzin:		30/30
23. Suma wszystkich godzin:		60
24. Liczba punktów ECTS:		2
25. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:		1
26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty, ćwiczenia):		0
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