**Nazwa przedmiotu:**

Metody syntezy organicznej

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab inż., prof. PW, Michał Fedoryński , dr inż. Magdalena Popławska

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Godziny kontaktowe 55h, w tym:
a) obecność na wykładach – 45h,
b) nieobligatoryjna obecność na konsultacjach – 10h
2. Zapoznanie się ze wskazaną literaturą – 20h
3. Przygotowanie do egzaminu – 20h
Razem nakład pracy studenta: 55h + 20h + 20h = 95h, co odpowiada 4 punktom ECTS.

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

1. Obecność na wykładach – 45h,
2. Obecność na konsultacjach i zaliczeniu końcowym – 15h
Razem: 45h + 15h = 60h, co odpowiada 2 punktom ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Planowane zajęcia nie mają charakteru praktycznego (0 punktów ECTS).

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 45h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Celem wykładu jest ugruntowanie i poszerzenie wiadomości dotyczących reakcji stosowanych w syntezie organicznej. Zostana omówione reakcje jonowe i pericykliczne. Klasyfikacja tego obszernego materiału, pozwalająca wykazać więzi między reakcjami, ich podobieństwa i różnice, zostanie oparta na koncepcjach mechanistycznych, mówiących o tym dlaczego i jak przebiega dany proces.
W pierwszej części wykładu zostaną omówione reakcje jonowe, które arbitralnie podzielono na dwie grupy: reakcje nukleofile i elektrofilowe, dość formalnie zdefiniowane. Taki układ materiału ułatwi sklasyfikowanie i opanowanie ogromnej liczby reakcji wykorzystywanych w syntezie organicznej oraz pozwoli na właściwy dobór warunków prowadzenia syntez.

**Treści kształcenia:**

Metody Syntezy Organicznej, część 1 – dr hab inż., prof. PW, Michał Fedoryński (30h)
1. Reakcje jonowe. Najobszerniejszy i najważniejszy dział syntezy organicznej. Podział tych reakcji na nukleofilowe i elektrofilowe. Definicja czynnika nukleofilowego i partnera elektrofilowego. Podkreślenie umowności podziału – zasadniczym kryterium jest aktywność partnerów reakcji.
2. Reakcje nukleofilowe – podział czynników nukleofilowych: aniony nieorganiczne oraz elektron; obojętne elektrycznie cząsteczki organiczne i nieorganiczne, których właściwości nukleofilowe są spowodowane obecnością wolnej pary elektronowej na atomie azotu, tlenu, siarki czy fosforu; aniony organiczne, w których ładunek skupiony jest na heteroatomie; karboaniony; związki metaloorganiczne metali grup głównych. Podkreślenie arbitralności podziału.
3. Podział partnerów elektrofilowych: czynniki alkilujące; związki, w których atom węgla jest połączony wiązaniem podwójnym lub potrójnym z atomem o większej elektroujemności; elektrofilowe alkeny, tzw. akceptory Michaela; związki aromatyczne, szczególnie zawierające podstawniki elektronoakceptorowe, zwłaszcza aromatyczne związki nitrowe.
4. Reakcje nukleofilowe. Reakcje związków alkilujących z elektronem i nukleofilowymi anionami nieorganicznymi.
5. Reakcje nukleofilowe. Reakcje związków alkilujących z karbo- i heteroanionami.
6. Reakcje nukleofilowe. Reakcje związków alkilujących ze związkami metaloorganicznymi.
7. Reakcje związków elektrofilowych zawierających wiązanie podwójne między atomami o różnej elektroujemności z czynnikami nukleofilowymi – wstęp.
8. Reakcje związków elektrofilowych zawierających wiązanie podwójne między atomami o różnej elektroujemności z czynnikami nukleofilowymi – aniony nieorganiczne i nienaładowane czynniki nukleofilowe.
9. Reakcje związków elektrofilowych zawierających wiązanie podwójne między atomami o różnej elektroujemności z czynnikami nukleofilowymi – karboaniony i związki metaloorganiczne.
10. Reakcje elektrofilowych alkenów z czynnikami nukleofilowymi – aniony nieorganiczne, nienaładowane czynniki nukleofilowe.
11. Reakcje elektrofilowych alkenów z czynnikami nukleofilowymi – karbo- i heteroaniony.
12. Reakcje elektrofilowych alkenów z czynnikami nukleofilowymi – związki metaloorganiczne.
13. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami nukleofilowymi.
14. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami nukleofilowymi.
15. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami nukleofilowymi.
16. Reakcje elektrofilowe – definicja czynnika elektrofilowego i partnera nukleofilowego. Podział czynników elektrofilowych: kationy nieorganiczne – proton, kationy chlorowców, nitroniowy, nitrozoniowy; nienaładowane cząsteczki nieorganiczne i organiczne, których własności elektrofilowe wynikają z obecności luki elektronowej (BF3, AlCl3) lub zmniejszenia gęstości elektronowej na centralnym atomie (SO3, ZnCl2, SnCl4); karbokationy (które zostaną podzielone biorąc pod uwagę stopień utlenienia na cztery podgrupy). Podział partnerów nukleofilowych: aniony nieorganiczne (np. chlorkowy, azydkowy) wykazujące słabe własności zasadowe; związki, które zawierają atomy posiadające wolne pary elektronów p, tzw. donory p, np. woda, alkohole, etery, aminy, merkaptany, siarczki, chlorowcoalkany, nitryle, związki karbonylowe; alkeny, donory elektronów π; związki aromatyczne, donory elektronów π.
17. Szersze omówienie metod wytwarzania czynników elektrofilowych i czynników wpływających na ich aktywność. Tu pojawią się m.in. przegrupowania karbokationów.
18. Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków nukleofilowych z karbokationami: aniony nieorganiczne (synteza chlorowcoalkanów, przyłączanie chlorowców do alkenów), donory elektronów p (hydratacja alkenów, synteza eterów, siarczków, synteza i rozkład estrów, synteza i hydroliza acetali), donory elektronów π (nitrowanie i nitrozowanie związków ulegających enolizacji w środowisku kwaśnym, polimeryzacja kationowa alkenów, reakcja Prinsa, reakcja Mannicha).
19. Reakcje elektrofilowe. Reakcje związków aromatycznych z czynnikami elektrofilowymi. Podkreślenie różnic reakcji czynników elektrofilowych ze związkami aromatycznymi w porównaniu z reakcjami z udziałem alifatycznych π-donorów (alkenów).
20. Mechanizm reakcji podstawienia elektrofilowego w związkach aromatycznych.
21. Mechanizm reakcji podstawienia elektrofilowego w związkach aromatycznych.
22. Wpływ podstawników w pierścieniu aromatycznym na szybkość i orientację przyłączenia czynnika elektrofilowego.
23. Reakcje nitrowania, chlorowcowania, nitrozowania i sulfonowania związków aromatycznych.
24. Reakcje karbokationów ze związkami aromatycznymi.
25. Reakcje karbokationów ze związkami aromatycznymi.
26. Przykłady zastosowań w syntezie reakcji Friedela-Craftsa.
27. Rozwiązywanie zadań. Elementy planowania syntez organicznych. W oparciu o zasady analizy retrosyntetycznej Coreya – w odniesieniu do reakcji omówionych
Metody Syntezy Organicznej, część 2 – dr inż. Magdalena Popławska (15h)
1. Przypomnienie ogólnych zasad rządzących przebiegiem reakcji pericyklicznych.
• Orbitale molekularne
• Reguły Woodwarda i Hofmanna
2. Omówienie reakcji [m+n] cykloaddycji.
• [2+1] Cykloaddycja: sposoby otrzymywania epoksydów, azyrydyn i pochodnych cyklopropanów.
• [2+2], [3+2], [4+2] Cykloadycje prowadzące do otrzymania odpowiednich produktów zawierających pierścienie cztero-, pięcio- i sześcioczłonowe. Otrzymywanie cykloalkanów i cykloalkenów a także związków heterocyklicznych. Zastosowanie katalizatorów w reakcjach cykoaddycji, cykloaddycja enancjoselektywna – katalizatory zawierające metale grup przejściowych, chiralne katalizatory organiczne, wykorzystanie DNA w celach katalitycznych. Przykłady reakcji cykloaddycji między- i wewnątrzcząsteczkowych. Reakcje heterocykliczne.
• Omówienie przebiegu i wykorzystania reakcji cheletropowych.
3. Omówienie reakcji elektrocyklicznych - elektrocylizacja i elektrocykliczne otwieranie pierścieni. Otwieranie cyklobutenów, elektrocyklizacja heksatrienów i oktatetraenów.
4. Omówienie reakcji przegrupowania sigmatropowego.
• Przegrupowanie Claisena, Copa, Wittiga – reakcje klasyczne oraz ich modyfikacje.
• Diastereoselektywność reakcji przegrupowania sigmatropowego.
5. Omówienie reakcji enowych.
• Klasyfikacja reakcji enowych
• Reakcje enowe intramolekularne i intermolekoularne, stereoselektywność i diastereoselektywnośc w reakcjach enowych.
6. Wykorzystanie reakcji pericyklicznych w syntezie związków naturalnych i biologicznie czynnych.

**Metody oceny:**

zaliczenie ustne

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. M. Mąkosza, M. Fedoryński, Podstawy syntezy organicznej. Reakcje jonowe i rodnikowe. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Chemia organiczna (tłum. z angielskiego). Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, t. I – 2009, t. II – 2010, t. III – 2010, t. IV – 2011.
3. C. Willis, M. Wills, Synteza organiczna. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2004.
4. Dowolny średnio zaawansowany podręcznik chemii organicznej, szczególnie polecam: P. Mastalerz, Chemia organiczna. Wydawnictwo Chemiczne, Wrocław, 2000.
1. P. A. Evans Ed. Stereoselective Synthesis 3, Stereoselective Pericyclic Reactions, Cross Coupling, and C-H and C-X Activation, Georg Thieme Verlag KG, 2011.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, „Chemia Organiczna” WNT, 2010.
3. S. Sankararaman, Pericyclic Reactions – A Textbook, Wiley-VCH Verlag GmbH, 2005.

**Witryna www przedmiotu:**

http://zcho.ch.pw.edu.pl/dydaktyk.html

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma poszerzoną wiedzę dotyczącą przebiegu organicznych reakcji chemicznych

Weryfikacja:

zaliczenie ustne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W02:**

Zna metody badań przebiegu reakcji chemicznych

Weryfikacja:

zaliczenie ustne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W07, K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania

Weryfikacja:

zaliczenie ustne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Umie zaproponować przebieg organicznej reakcji chemicznej (podać jej mechanizm) w zależności od warunków prowadzenia procesu

Weryfikacja:

zaliczenie ustne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych; ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia

Weryfikacja:

zaliczenie ustne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**