

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Organiczne materiały funkcjonalne (WTCASCSM-OMF)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **Organic Functional Materials**

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii
Cykl dydaktyczny: Semestr zimowy 2026/2027
Koordynator przedmiotu cyklu: dr hab. inż. Przemysław Kula prof. WAT

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Egzamin

Język wykładowy:

polski

Skrócony opis:

Przedmiot stanowi zaawansowany kurs z zakresu chemii materiałowej, koncentrujący się na projektowaniu, syntezie oraz właściwościach nowoczesnych układów organicznych o zdefiniowanych funkcjach użytkowych. Treści programowe obejmują szczegółową analizę relacji między budową molekularną a właściwościami makroskopowymi w kluczowych grupach materiałów, takich jak ciekłe kryształy (LC), półprzewodniki organiczne (OSC) oraz emitery światła (OLED). Kurs kładzie nacisk na inżynierię molekularną, omawiając strategie modyfikacji strukturalnych pozwalające na sterowanie parametrami optoelektronicznymi i fizykochemicznymi materiałów wykorzystywanych w fotonice, elektronice drukowanej oraz inżynierii materiałowej.

Opis:

Wykłady:

- Klasyfikacja i rola materiałów funkcjonalnych. Definicja materiałów inteligentnych i funkcjonalnych w chemii organicznej. Przegląd obszarów zastosowań: od wyświetlaczy nowej generacji po organiczną fotowoltaikę. Wymogi stawiane nowoczesnym materiałom: stabilność, czystość, przetwarzalność.

- Chemia stanów mezomorficznych. Termodynamika i porządek molekularny faz ciekłokrystalicznych. Wpływ anizotropii kształtu cząsteczki na właściwości mezofaz. Analiza korelacji struktura-właściwości (SAR) w typowych klasach mezogenów (kalamityczne, dyskotyczne, bananowe). Ewolucja metod syntezy mezogenów. Przegląd historyczny i współczesne strategie otrzymywania rdzeni mezogenicznych. Rola reakcji sprzęgania krzyżowego (cross-coupling) w syntezie nowoczesnych materiałów LC. Projektowanie ścieżek syntezy kluczowych produktów.

- Inżynieria materiałów fluorowanych. Wpływ atomu fluoru na lepkość, anizotropię dielektryczną i stabilność fazową ciekłych kryształów. Metody syntezy układów superfluorowanych i ich znaczenie w technologii wyświetlaczy o matrycy aktywnej (AM-LCD).

- Projektowanie anizotropii dielektrycznej. Strategie syntezy materiałów o dodatniej ($\Delta\epsilon > 0$) i ujemnej ($\Delta\epsilon < 0$) anizotropii dielektrycznej. Modyfikacje grup polarnych i rola momentów dipolowych w sterowaniu parametrami elektrooptycznymi mieszanin nematycznych.

Chiralność w inżynierii materiałowej. Indukcja faz chiralnych (N^* , BP, SmC*). Synteza domieszek chiralnych i ich wpływ na skok helisy. Zastosowanie materiałów chiralnych w fotonice i sensorach (ferroelektryki, błękitne fazy).

- Architektura urządzeń elektroniki organicznej (OLED, OFET, OPV). Zasada działania organicznych diod elektroluminescencyjnych (OLED) i tranzystorów polowych (OFET). Wymagania stawiane warstwom transportującym ładunki i warstwom emisyjnym.

- Organiczne materiały emisyjne (Emitery). Fluorescencja a fosforescencja w związkach organicznych i metaloorganicznych. Klasyfikacja emiterów: I, II i III generacja (TADF). Zależność między strukturą chromoforu a barwą i wydajnością kwantową emisji.

- Synteza półprzewodników organicznych. Materiały typu p (transport dziurowy) i typu n (transport elektronowy). Strategie obniżania poziomu LUMO i podwyższania HOMO poprzez modyfikacje chemiczne szkieletu sprzężonego. Synteza układów małowymiarowych.

- Półprzewodniki polimerowe i materiały hybrydowe. Metody polimeryzacji stosowane w otrzymywaniu polimerów sprzężonych (P3HT, PPV). Wyzwania w oczyszczaniu i przetwarzaniu polimerów funkcjonalnych. Kierunki rozwoju: materiały elastyczne i drukowalne.

Laboratorium oraz projekt:

Zajęcia realizowane są w formie indywidualnego lub zespołowego projektu badawczego. Celem laboratorium jest przeprowadzenie kilkuetapowej syntezy (2-3 etapy) wybranej grupy związków organicznych wykazujących właściwości funkcjonalne (np. ciekłokrystaliczne, luminescencyjne lub półprzewodnikowe).

Zakres prac obejmuje:

1. Opracowanie koncepcji: Samodzielne zaprojektowanie ścieżki syntetycznej w oparciu o literaturę fachową.
2. Synteza i izolacja: Realizacja zaplanowanych reakcji, wydzielanie i oczyszczanie produktów pośrednich oraz produktu końcowego.
3. Charakterystyka strukturalna: Kompleksowa analiza budowy chemicznej otrzymanego związku z wykorzystaniem technik instrumentalnych: spektroskopii rezonansu magnetycznego (NMR), spektroskopii w podczerwieni (IR), spektrometrii mas (MS) oraz chromatografii gazowej (GC).
4. Badanie właściwości funkcjonalnych: Wykonanie charakterystyki widmowo-emisyjnej (optycznej), w tym pomiary widm absorpcji UV-Vis oraz fluorescencji/fotoluminescencji.
5. Raport końcowy: Przygotowanie pełnej dokumentacji raportowo-sprawozdawczej, zawierającej opis procedur syntetycznych, dyskusję wydajności oraz szczegółową interpretację widm i właściwości fizykochemicznych otrzymanego materiału.

Literatura:

1. Peter J. Collings "Introduction to Liquid Crystals: Chemistry and Physics" Taylor & Francis 1997
2. Z. Kafafi "Organic Electroluminescence" Taylor & Francis 2005
3. Zestaw artykułów naukowych z omawianego obszaru

Efekty uczenia się:

WIEDZA (W)

- K_W01: Ma ugruntowaną, poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu wybranej specjalności.
- K_W02: Zna współczesne poglądy na budowę i właściwości związków chemicznych.
- K_W03: Ma rozszerzoną wiedzę na temat metod otrzymywania substancji organicznych i nieorganicznych, między innymi substancji o szczególnych właściwościach, w tym substancji niebezpiecznych.
- K_W04: Zna podstawy teoretyczne metod wykrywania, identyfikacji i analizy różnych substancji, określania struktury związków, składu chemicznego mieszanin oraz ich właściwości, zarówno metod klasycznych, jak i instrumentalnych, w tym metod chromatograficznych, dyfrakcyjnych, spektroskopowych, elektrochemicznych, adsorpcyjnych, termofizycznych, optycznych i innych.
- K_W08: Dla wybranej specjalności ma rozszerzoną wiedzę na temat nowoczesnych związków organicznych wykazujących właściwości

<p>użytkowe, znajdujących zastosowanie m.in. w elektronice, fotonice czy inżynierii materiałowej.</p> <ul style="list-style-type: none"> • K_W11: Ma wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach z zakresu nauk chemicznych i pokrewnych. • K_W13: Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, a w szczególności zasady bezpiecznego postępowania z substancjami chemicznymi i materiałami niebezpiecznymi. Zna podstawowe regulacje prawne związane z ogólnie pojętym bezpieczeństwem chemicznym. • K_W14: Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej. <p>UMIĘJĘTNOŚCI (U)</p> <ul style="list-style-type: none"> • K_U02: Potrafi planować i wykonywać eksperymenty w laboratorium chemicznym, przestrzegając zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami, w tym substancjami niebezpiecznymi, oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych. • K_U03: Potrafi realizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi do otrzymywania różnego rodzaju materiałów organicznych i nieorganicznych. • K_U04: Potrafi dobrać i wykorzystać właściwą aparaturę pomiarową do wykrywania, identyfikacji i analizy substancji organicznych i nieorganicznych, między innymi substancji o szczególnych właściwościach, w tym substancji niebezpiecznych, do określania struktury związków, składu chemicznego mieszanin oraz ich właściwości. • K_U06: Potrafi wykorzystać wiedzę informatyczną i chemiczną do stosowania profesjonalnego oprogramowania w analizie wyników i prowadzeniu symulacji związanych z problemami chemicznymi. Potrafi korzystać z komercyjnych pakietów chemicznych oraz baz informacji naukowej. Potrafi stosować zaawansowane techniki informacyjno-komunikacyjne. • K_U07: Potrafi w sposób krytyczny ocenić i interpretować wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe i wyciągnąć wnioski. • K_U08: Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania prac pisemnych i ustnych dotyczących zagadnień z zakresu ogólnie pojmowanej tematyki chemicznej z wykorzystaniem opracowań polsko- i obcojęzycznych, a także własnych obserwacji i przemyśleń. • K_U09: Potrafi wykorzystywać posiadaną wiedzę do analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań analitycznych oraz formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów. Potrafi innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach, także w warunkach zagrożeń substancjami niebezpiecznymi. • K_U10: Potrafi formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi. • K_U11: Potrafi w sposób przystępny przedstawić wyniki odkryć dokonanych w dziedzinie chemii i dyscyplin pokrewnych oraz prowadzić dyskusję na te tematy. • K_U13: Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach. • K_U14: Potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie. <p>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • K_K01: Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu. Potrafi krytycznie oceniać odbierane treści. • K_K02: Jest gotowy do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodu, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad. <p>Metody i kryteria oceniania:</p> <p>Wykład - zaliczenie w formie pisemnej lub w formie odpowiedzi ustnej na ocenę Laboratorium - zaliczenie na ocenę oraz sprawozdanie z przeprowadzonych syntez Projekt – zaliczenie pełnego raportu z charakterystyki widmowo-spektralnej Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest otrzymanie pozytywnej oceny z laboratorium, projektu oraz wykładów. Osiągnięcie efektów W1-W14 weryfikowane jest podczas sprawdzianu na wykładach, pracy w podgrupach na laboratorium. Osiągnięcie efektów U2-U14 i K01-K02 sprawdzane i weryfikowane jest w trakcie realizacji, pracy doświadczalnej w podgrupach na ćwiczeniach laboratoryjnych oraz podczas samodzielnej pracy z przygotowanie projektu. Na końcową ocenę składa się ocena uzyskana z kolokwium zaliczającego oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki. Projekt zaliczany na podstawie przygotowanego raportu. Na ocenę końcową laboratorium składają się oceny uzyskane podczas wszystkich cząstkowych sprawdzianów pisemnych oraz ustnych. - Ocenę 5 otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami kształcenia, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań i wykazuje się samodzielnością w zdobywaniu wiedzy. Wykazuje się wytrwałością, samodzielnością w pokonywaniu trudności oraz systematycznością pracy. - Ocenę 4 otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązać zadania i problemy, o średnim stopniu trudności. - Ocenę 3 otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem nauczania w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. W jego wiedzy i umiejętnościach zauważalne są luki, które potrafi jednak uzupełnić pod kierunkiem nauczyciela, - Ocenę 2 otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań.</p>
Praktyki zawodowe:
brak
Forma studiów
stacjonarne
Rodzaj studiów
II stopnia
Rodzaj przedmiotu
obowiązkowy
Przedmioty wprowadzające
Chemia Organiczna, Chemia Fizyczna, Podstawy Miernictwa w Chemii
Programy
kierunek studiów: Chemia i analiza materiałów niebezpiecznych

Forma zajęć liczba godzin/rygor

Wykład 16 godz. / zaliczenie na ocenę
Laboratorium 22 godz. / zaliczenie na ocenę
Projekt 8 godz. / zaliczenie na ocenę

Autor

dr hab. inż. Przemysław Kula

Bilans ECTS

Aktywność / Obciążenie w godz.
Udział w wykładach / 16
Samodzielne studiowanie tematyki wykładów / 14
Udział w laboratoriach / 22
Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów (w tym sprawozdania) / 14
Projekt / 8
Przygotowanie do projektu / 4
Przygotowanie do zaliczenia / 8

Sumaryczne obciążenie pracą studenta: 86 / 3
Zajęcia z udziałem nauczycieli: 46 / 1,9
Zajęcia powiązane z działalnością naukową: 86 / 3

Dane dotyczące przedmiotu cyklu:**Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:**

Egzamin