



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Chemia ciała stałego [S1TCh2>CCS]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Technologia chemiczna

Rok/Semestr

2/4

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Sławomir Borysiak prof. PP  
slawomir.borysiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien mieć podstawową wiedzę w zakresie chemii nieorganicznej i organicznej, matematyki oraz fizyki. Powinien również posiadać umiejętność pozyskiwania informacji z literatury, baz danych i innych właściwie dobranych źródeł.

### Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy w zakresie budowy ciała stałego, reakcji w fazie skondensowanej i przemian fazowych w niej zachodzących oraz poznanie metod badań morfologicznych oraz strukturalnych ciał stałych. Poznanie zależności pomiędzy budową strukturalną ciała stałego i jego właściwościami fizykochemicznymi. Opanowanie umiejętności identyfikacji substancji stałych na podstawie badań dyfraktometrycznych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student posiada niezbędną wiedzę z chemii w zakresie umożliwiającym zrozumienie reakcji chemicznych przebiegających w stanie stałym oraz przemian fazowych i polimorficznych przebiegających w fazie skondensowanej [K\_W03]

2. Student posiada niezbędną wiedzę z chemii w zakresie umożliwiającym zrozumienie zasad i praw symetrii podczas opisywania budowy i struktury ciał stałych, w tym z uwzględnieniem defektów i orientacji molekularnej [K\_W03]
3. Student ma niezbędną wiedzę w zakresie identyfikacji i charakterystyki struktury molekularnej oraz morfologii substancji chemicznych w fazie skondensowanej za pomocą technik dyfraktometrycznych i mikroskopowych [K\_W11]

#### Umiejętności:

1. Student posiada umiejętności pozyskiwania informacji z literatury i nowoczesnych baz danych umożliwiających identyfikację i określenie budowy ciał stałych [K\_U01]
2. Student posługuje się programami komputerowymi wspomagającymi zrozumienie zagadnień związanych z korelacją właściwości ciał stałych z ich budową wewnętrzną [K\_U07]
3. Student potrafi określić strukturę związków chemicznych wykorzystując techniki dyfraktometryczne i mikroskopowe, a także potrafi opisać ich budowę strukturalną na podstawie znajomości elementów symetrii oraz umiejętności stosowania praw symetrii [K\_U19]

#### Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę doskonalenia się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych [K\_K01]
2. Student potrafi pracować w grupie oraz współdziałać podczas wykonywania zadań praktycznych [K\_K03]
3. Student potrafi określić priorytety służące realizacji wyznaczonych zadań [K\_K04]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

#### Wykład:

Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana w formie egzaminu pisemnego po zakończeniu cyklu wykładów. Egzamin składa się z 20-30 pytań testowych oraz 5-10 pytań otwartych. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia egzaminacyjne zostaną przesłane studentom drogą mailową z wykorzystaniem systemu uczelnianej poczty elektronicznej.

W przypadku wykładów realizowanych w formie zdalnej egzamin odbędzie się on-line z użyciem infrastruktury uczelnianej.

#### Laboratorium:

Umiejętności w ramach zajęć laboratoryjnych są weryfikowane na podstawie sprawdzianu z zagadnień teoretycznych, składającego się z 3-5 pytań. Zagadnienia teoretyczne do wszystkich ćwiczeń przekazane są podczas spotkania organizacyjnego. Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Dodatkowo ocenie poddawane są raporty zawierające opis przebiegu eksperymentu oraz wykonane obliczenia.

### Treści programowe

Zagadnienia dotyczące chemii ciała stałego.

### Tematyka zajęć

#### Wykłady:

1. Istota stanu stałego. Klasyfikacje ciał stałych. Kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne, metaliczne. Założenia uproszczonego modelu sieci krystalicznej. Liczba koordynacyjna a typ struktury. Wielościan koordynacyjny. Reguły dotyczące tworzenia kryształów jonowych. Promienie jonowe i przestrzenne ułożenie kul. Właściwości fizykochemiczne kryształów.
2. Struktura nadmolekularna- podstawowe definicje, pojęcia i prawa. Definicja komórki elementarnej, układy krystalograficzne, elementy symetrii, klasy krystalograficzne, reguły łączenia elementów symetrii, stopnie symetrii Beckego, sieci Bravais'go, grupy przestrzenne. Wskaźniki Millera, metody wyznaczania wskaźników Millera, odległość międzypłaszczyznami a wskaźniki hkl, wzór Scherrera i jego zastosowanie.
3. Defekty w ciałach stałych. Rodzaje defektów: punktowe, liniowe, powierzchniowe, objętościowe, dyslokacje: krawędziowe, śrubowe, mieszane. Linia dyslokacji i wektor Burgersa, granice międzyziarnowe, bliźniacze, domieszkowanie. Znaczenie defektów. Orientacja i tekstura w ciałach stałych. Woda w kryształach - znaczenie na właściwości fizykochemiczne ciał stałych.
4. Reakcje w fazie stałej. Mechanizm reakcji między ciałami stałymi, reakcje w układach jedno- i wielofazowych, reakcje zachodzące na granicach faz, reakcje między monokryształami, reakcje w układach polikrystalicznych, reakcje podwójnej wymiany, reakcje ciał stałych z gazami, reakcje

topochemiczne. Termiczny rozkład ciał stałych, kinetyka rozkładu faz, spiekanie i rozrost ziaren.

5. Równowagi fazowe w ciałach stałych. Układy dwóch substancji wykazujących nieograniczoną lub ograniczoną rozpuszczalność w stanie stałym- roztwory stałe. Przemiany fazowe I i II rzędu. Przejścia fazowe pod wysokim ciśnieniem.

6. Powierzchnia ciała stałego - strukturalny i chemiczny charakter powierzchni i warstw przypowierzchniowych w ciałach stałych.

7. Dyfuzja w fazie skondensowanej. Opis procesu dyfuzji. Dyfuzja sieciowa, powierzchniowa i po graniach ziaren, dyfuzja reakcyjna. Dyfuzja a przewodnictwo jonowe. Efekt Kirkendalla - Frenkla.

Współczynnik dyfuzji chemicznej i efektywny współczynnik dyfuzji. Reakcje kontrolowane przez dyfuzję.

8. Procesy krystalizacji zarówno monokryształów, jak i układów semikrystalicznych. Metody krystalizacji monokryształów: wzrost monokryształów z roztworów wodnych, wzrost monokryształów z topnika, metoda hydrotermalna, proces Bridgmana-Stockbargera, metoda Czochralskiego, monokrysztalizacja metodą Verneuil, wzrost monokryształów z fazy gazowej, krystalizacja masowa z roztworu.

Polimorfizm.

9. Materiały ciekłokrystaliczne- podstawowe pojęcia, definicja. Budowa związku ciekłokrystalicznego- mezofaza termotropowa i liotropowa, rodzaje mezogenów. Stopień uporządkowania w ciekłych kryształach. Oddziaływanie związków ciekłokrystalicznych w polu elektrycznym. Zastosowanie materiałów ciekłokrystalicznych w wielu gałęziach przemysłu. Termografia ciekłokrystaliczna.

10. Przedstawienie na wybranych przykładach znaczenia pomiędzy strukturą i właściwościami fazy skondensowanej. Zjawisko piezoelektryczności, istota elementów symetrii, piezoelektryki- substancje krystaliczne i polikrystaliczne, zasada działania piezoelektryków, zastosowania piezoelektryków w różnych gałęziach przemysłu i medycynie.

11. Dyfrakcja promieni rentgenowskich na strukturze krystalicznej, warunki dyfrakcji Braggów. Metody dyfraktometrii rentgenowskiej. Położenie i natężenie refleksów dyfrakcyjnych. Budowa i zasada działania dyfraktometru horyzontalnego. Zastosowanie technik rentgenowskich. Analiza identyfikacyjna i ilościowa metodą dyfrakcji promieni rentgenowskich w szerokich kątach, zastosowanie bazy PDF-4 w analizie identyfikacyjnej. Badania morfologii i topografii powierzchni ciał stałych technikami mikroskopowymi.

W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane są następujące ćwiczenia:

1. Badania procesu krystalizacji i morfologii fazy skondensowanej.
2. Elementy symetrii zamkniętej.
3. Elementy symetrii otwartej.
4. Rentgenowska analiza identyfikacyjna ciał stałych.
5. Analiza jakościowa z wykorzystaniem bazy PDF-4.
6. Struktura nadcząsteczkowa polimerów.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna
2. Laboratorium: zajęcia praktyczne z wykorzystaniem substancji chemicznych oraz aparatury badawczej

## Literatura

Podstawowa:

1. J.Dereń, J.Haber, R.Pampuch, Chemia ciała stałego, PWN, 1975.
2. P.Luger, Rentgenografia strukturalna monokryształów, PWN, 1989
3. Z. Bojarski, M. Gigla, K.Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, podręcznik wspomagany komputerowo", PWN, 2007.
4. Ch. A. Wert, R. M. Thomson, Fizyka ciała stałego, PWN 1974.

Uzupełniająca:

1. International Tables for Crystallography, The International Union of Crystallography, Kluwer Academic Publishers - Dordrecht/Boston/London 1992
2. Von Meerssche, J.Feneau-Dupont, Krystalografia i chemia strukturalna, PWN, 1984/92

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 125    | 5,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 64     | 2,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 61     | 2,50 |