



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Materiały dla zaawansowanych technologii

### Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

15

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr hab. Tomasz Runka, prof. PP

tomasz.runka@put.poznan.pl

tel. +48 61 665 3155

Wydział inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Wiedza z fizyki doświadczalnej i podstawowa wiedza specjalistyczna z zakresu nanotechnologii i materiałów funkcjonalnych. Umiejętność rozwiązywania prostych problemów fizycznych w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji oraz podejmowania decyzji na rzecz

społeczności akademickiej.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu nowoczesnych materiałów funkcjonalnych przeznaczonych dla elektroniki molekularnej, optoelektroniki, scyntylatorów, sensorów, fotomedycyny; zapoznanie z



właściami zero- dwu- i trójwymiarowych struktur w skali nanometrowej, cienkowarstwowych struktur organicznych, metamateriałów, fulerenów, nanorurek węglowych, grafenu, materiałów matrycowych warstwowych i monokrystalicznych, kryształów fonicznych i materiałów do optyki nieliniowej.

2. Rozwijanie umiejętności doboru nowoczesnych materiałów do zastosowań w elektronice i optoelektronice. Umiejętności wyszukiwania zastosowań i rozwijania technologii wytwarzania innowacyjnych urządzeń.

3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

1. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą wybranych materiałów funkcjonalnych i wymagania związane z właściwościami zastosowanych tych materiałów w szeroko rozumianej optyce - [K1\_W012, K1\_W13]
2. posiada uporządkowaną wiedzę na temat zjawisk fizycznych z zakresu klasycznej fizyki doświadczalnej [K1\_W12]
3. zna stan wiedzy i orientuje się w najnowszych trendach w technice i materiałoznawstwie [K1\_W12, K1\_W13]

#### Umiejętności

W wyniku przeprowadzonych zajęć student uzyska następujące umiejętności:

1. potrafi przygotować dobrze udokumentowane opracowanie dotyczące zagadnień z zakresu nowych materiałów funkcjonalnych i ich zastosowań w optoelektronice - [K1\_U04]
2. umie dobierać materiały o odpowiednich właściwościach fizykochemicznych i konstrukcyjnych do zastosowań laboratoryjnych i inżynierskich do tworzenia nowych elementów elektronicznych - [K1\_14, K1\_U18]
3. potrafi na podstawie literatury samodzielnie dokonać wstępnej analizy wyników pomiarów laboratoryjnych i wyciągać wnioski [K1\_U02]
4. potrafi przygotować samodzielnie i sprawnie przedstawić w języku polskim prezentację ustną z dobrze udokumentowanymi i zinterpretowanymi wynikami pomiarów [K1\_U04]
5. potrafi objaśnić istotę pomiaru i metody pomiarowej na podstawie wskazanej literatury; wykazuje szczególne zaangażowanie i samodzielność w pracy oraz staranność w opracowaniu wyników, poszukuje rozwiązań w sytuacjach niestandardowych [K\_U15].

#### Kompetencje społeczne

W wyniku przeprowadzonych zajęć student zdobędzie niżej wymienione kompetencje. Zaliczenie przedmiotu oznacza, że:



1. Potrafi rozwiązywać problemy samodzielnie, jak również współpracować w ramach zespołu -

[K1\_K01]

2. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych - [K1\_K03].

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

| Efekt         | Forma oceny  |   | Kryteria oceny |
|---------------|--|---|----------------|
| W12,W13       | Egzamin w formie pisemnej  | 3 | 50,1%-70,0%    |
|               |  | 4 | 70,1%-90,0%    |
|               |  | 5 | od 90,1%       |
| U04, U14, U18 | Kolokwium zaliczeniowe (ćwiczenia)                                 | 3 | 50,1%-70,0%    |
|               |  | 4 | 70,1%-90,0%    |
|               |  | 5 | od 90,1%       |
| U02, U14, U15 | Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych                             | 3 | 50,1%-70,0%    |
|               |  | 4 | 70,1%-90,0%    |
|               |  | 5 | od 90,1%       |
| K_01, K_03    | Ocena kompetencji studenta<br>nabytych w czasie różnych form zajęć | 3 | 50,1%-70,0%    |
|               |  | 4 | 70,1%-90,0%    |
|               |  | 5 | od 90,1%       |

### Treści programowe

Część I. Materiały organiczne do zastosowania w optoelektronice. Procesy fizyczne leżące u podstaw działania organicznych urządzeń optoelektronicznych, takich jak tranzystory polowe, wyświetlacze, ogniwa fotowoltaiczne, itd. oraz zasady działania tych urządzeń. Metody wytwarzania i charakteryzacji ultracienkich, organicznych warstw aktywnych urządzeń optoelektronicznych. Nanomateriały o potencjale aplikacyjnym w medycynie. Modele błon komórkowych. Metody badania oddziaływania nanomateriałów z modelowymi błonami komórkowymi.

Część II. Równania Maxwella i macierze konstytutywne dla ośrodków naturalnych i sztucznych (równania Maxwella w postaci różniczkowej, prawo zachowania ładunku elektrycznego, związki konstytutywne, parametry konstytutywne, macierz konstytutywna, klasyfikacja ośrodków na podstawie typu macierzy



konstytutywnej). Materiały izotropowe, anizotropowe i bianizotropowe (charakterystyka elektromagnetyczna ośrodków w oparciu o typ macierzy konstytutywnej). Równanie falowe i jego rozwiązania (równanie falowe, związek dyspersyjny, fala płaska, okres, częstotliwość, długość fali, liczba falowa, prędkość fazowa, wektor Poyntinga, zasada zachowania energii dla pola elektromagnetycznego). Metamateriały (ujemny współczynnik załamania, załamanie fal elektromagnetycznych na granicy ośrodków naturalnego i metamateriałowego, układ pierścieni z przerwą i prostoliniowych drutów tworzących strukturę metamateriałową (model Pendry'ego).

Część III. Efekt Ramana, rozwój spektroskopii i mikroskopii Ramana. Proces krystalizacji przy użyciu metody Czochralskiego. Struktura krystalograficzna kryształów o strukturze perowskitu i granatu. Elementy teorii grup. Analiza symetrii położeniowej dla wybranych grup przestrzennych. Charakteryzacja materiałów krystalicznych o strukturze perowskitu i granatu metodą spektroskopii Ramana. Stopień uporządkowania podsieci kationowej dla mieszanych struktur (dwu- i trójskładnikowych) perowskitów. Związek stopnia uporządkowania z parametrem porządku. Warstwy krystaliczne perowskitów i granatów jako materiały scyntylacyjne. Organiczno-nieorganiczne struktury perowskitów dla fotowoltaiki.

Część IV. Metaloftalocyjaniny i materiały węglowe. Rodzaje form polimorficznych cienkich warstw metaloftalocyjanin naniesionych na podłoża stałe i ich zmiana wraz z temperaturą. Zmiana przerwy energetycznej i poziomu pułapkowego wraz z grubością warstwy metaloftalocyjaniny. Widma absorpcji metaloftalocyjanin i ich charakterystyczne pasma absorpcyjne. Formy polimorficznej metaloftalocyjanin charakteryzowane za pomocą widm ramanowskiego rozpraszania światła. Rodzaje nanorurek węglowych, zwijanie warstw grafenowych, wektor chiralny. Metody otrzymywania mikro i nanodiamentowych struktur cienkowarstwowych. Wpływ stężenia gazów na zachowanie się struktury diamentowej (hybrydyzacja  $sp^3/sp^2$ ) i charakteryzacja struktur metodą ramanowskiego rozpraszania światła.

Część V. Kryształy fotoniczne: naturalne kryształy fotoniczne, jedno-, dwu- i trójwymiarowe kryształy fotoniczne, fotoniczna przerwa wzbroniona, zwierciadło/siatka Bragga, światłowody fotoniczne. Kryształy luminescencyjne: luminescencja naturalna, luminescencja kryształów domieszkowanych jonami ziem rzadkich struktura, zjawisko "up-conversion" oraz zjawisko down-conversion". Półprzewodniki: przerwa energetyczna półprzewodników, właściwości optyczne półprzewodników, półprzewodnikowe kropki kwantowe.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami graficznymi, animacjami i filmami.

Ćwiczenia: ćwiczenia tablicowe, prezentacja multimedialna wybranych przykładów, rozwiązywanie przykładowych zadań z zakresu treści programowych, indywidualne rozwiązywanie zadań podanych przez prowadzącego.

Laboratoria: indywidualne pomiary w laboratorium naukowym, opracowanie wyników przez studenta pod opieką prowadzącego, przygotowanie sprawozdania.



## Literatura

### Podstawowa

1. G.T. Barnes, I.R. Gentle, Interfacial Science: an introduction, Oxford Univ. Press, second edit. 2011
2. S. A. Ramakrishna, T. M. Grzegorzczak, Physics and Applications of Negative Refractive Index Materials, CRC Press Taylor & Francis, Boca Raton, 2009.
3. A.Oleś, Metody eksperymentalne fizyki ciała stałego, Warszawa, WNT, 1998.
4. J. A. Kong, Electromagnetic Wave Theory, Willey, New York, 1986.
5. M. Drozdowski Spektroskopia Ciała Stałego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2001
6. Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa, 1992
7. H.Barańska, A.Łabuzińska, J.Trepiński, Laserowa spektrometria laserowa; zastosowania analityczne, PWN, Warszawa, 1981
8. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa, 1976
9. J.I. Pankowe, Zjawiska optyczne w półprzewodnikach, PWN, Warszawa, 1974
10. H.J. Guntherodt, R. Wiesendanger (Eds.), Scanning Tunneling Microscopy, Springer-Verlag, Berlin, 1992.

### Uzupełniająca

1. R. Zieliński, Surfaktanty, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań, 2000
2. E. T. Dutkiewicz, Fizykochemia powierzchni, WNT, Warszawa, 1998.
3. E. Wolarz, Metamateriały we współczesnej fizyce, materiały do wykładu.
4. D.J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, PWN, Warszawa, 2011.
5. G. Turrel, J. Corset, Raman microscopy - development and applications, Elsevier Ltd., San Diego, California, 1996.
6. M. Bertrandt – „II pracownia fizyczna”; Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej , Poznań 2008;
7. Barltrop J. A., Coyle J. D., Fotochemia – podstawy, PWN, Warszawa, 1987.
8. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, PWN, Warszawa, 2008.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

|   | Godzin | ECTS |
|---|--------|------|
| Łączny nakład pracy   | 112    | 5,0  |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem   | 67     | 3,0  |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup> | 60     | 2,0  |

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności