

UNIwersytet KAZIMIERZA WIELKIEGO  
STUDIA PODYPLOMOWE

NAZWA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH: **Nowoczesne materiały dla elektroniki i energetyki**

US 42/2022/2023

EDYCJA NR 1

Zajęcia	Kierunkowe efekty uczenia się	Treści programowe
Metody opracowywania danych eksperymentalnych	WF_W01, WF_U01, WF_U08 WF_K01	Planowanie eksperymentu, rodzaje eksperymentów, optymalizacja badań, wstępna analiza wyników, poprawianie precyzji pomiarów. Graficzna prezentacja danych doświadczalnych, opis punktów doświadczalnych, dobór skali, właściwe opisy osi wykresów oraz prawidłowa konstrukcja tabel. Graficzne rozwiązywanie równań, równanie i wykres Arrheniusa. Metody zapisu i przetwarzania danych eksperymentalnych, programy komputerowe wspomagające analizę danych.
Programowanie w LabView	WF_W01, WF_W07, WF_U01, WF_K04	Wprowadzenie do platformy LabView. Nawigacja w programie LabView - okna, menu, front panel, block diagram, tworzenie projektów, funkcje. Implementacja VI - interfejs użytkownika, typy danych, wykresy. Zasoby - formaty danych, pobieranie i zapisywanie danych.
Niekonwencjonalne źródła energii	WF_W02, WF_W05, WF_U02, WF_U05, WF_K02, WF_K04	Źródła energii konwencjonalnej i niekonwencjonalnej. Energia wód i typy elektrowni wodnych. Wykorzystanie energii słonecznej. Konstrukcja kolektorów słonecznych i systemów solarnych. Baterie fotowoltaiczne. Źródła geotermalne, występowanie i sposoby ich wykorzystania. Pompy ciepła. Elektrownie wiatrowe. Biomasa. Systemy kogeneracyjne. Sposoby wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł energii. Budowa jądra atomowego. Reakcje jądrowe, rozpady promieniotwórcze, rodzaje promieniowania i jego właściwości, cząstki elementarne; podstawy teorii reaktorów jądrowych, klasyfikacja reaktorów jądrowych, praca reaktora jądrowego w stanach ustalonych i nieustalonych, kompensacja i regulacja reaktywności; Podstawowe typy bloków jądrowych i ich budowa. Energetyka jądrowa, stan obecny, nowe koncepcje energetycznych reaktorów jądrowych, perspektywy realizacji syntezy jądrowej, cykl paliwowy w energetyce jądrowej, problemy bezpieczeństwa w energetyce jądrowej, awarie w blokach jądrowych.
Oddziaływanie promieniowania z materią	WF_W03, WF_W05, WF_W06,	Ogólne własności jąder atomowych, rozpady promieniotwórcze, prawa zaniku promieniotwórczego. Naturalne i sztuczne źródła promieniowania. Reakcje jądrowe - wytwarzanie sztucznych izotopów promieniotwórczych. Podstawy fizyczne technik pozwalających wytwarzać promieniowanie jonizujące. Oddziaływanie promieniowania

	WF_U01, WF_U05, WF_K02, WF_K03	jonizującego z materia. Rodzaje oddziaływań, pochłanianie promieniowania, osłabienie wiązek fotonowych. Promieniowanie jonizujące w diagnostyce i terapii medycznej. Naturalne i sztuczne źródła promieniotwórczego narażenia człowieka. Radionuklidy w człowieku. Człowiek standardowy. Skażenia powierzchniowe i wewnętrzne. Zadania ochrony radiologicznej. Dozymetria indywidualna. Metody detekcji i dozymetrii. Dawki graniczne. Klasyfikacja źródeł promieniotwórczych.
Spektroskopia defektów i domieszek	WF_W02 WF_W03, WF_U06, WF_U01, WF_K05,	Defekty sieci krystalicznej i domieszki. Rodzaje defektów punktowych. Defekty w materiałach optycznych w różnej postaci krystalicznej. Formowanie defektów punktowych. Poziomy lokalne w przerwie energetycznej. Luminescencja rekombinacyjna i luminescencja wewnętrzna oraz ich główne cechy. Pułapki energetyczne elektronów e i dziur h. Termoluminescencja i luminescencja stymulowana optycznie, gaszenie luminescencji. Zasada Franka-Kondona. Oddziaływanie elektronu z fononami. Zależność szerokości widma luminescencji od temperatury. Spektroskopia w podczerwieni i spektroskopia Ramana. Spektroskopowe metody obserwacji defektów punktowych. Absorpcja. Centra barwne. Luminescencja. Oznaczenie luminescencji. Rodzaje luminescencji. Defekty. Defekty antypołożeniowe oraz luki. Centra luminescencyjne typu defekt – domieszka. Zjawisko termoluminescencji (TSL) i luminescencji stymulowanej optycznie (OSL). Spektroskopowe metody obserwacji domieszek. Domieszki ziem rzadkich. Ogólna charakterystyka ziem rzadkich. Absorpcja i luminescencja ziem rzadkich. Absorpcja i luminescencja metali przejściowych. Radioskopowe metody obserwacji defektów punktowych i domieszek. Centra diamagnetyczne i paramagnetyczne. Zasady działania spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) i rezonansu magnetycznego jądrowego (NMR). Przykłady spektrów EPR i NMR dla różnych defektów i domieszek w wybranych materiałach optycznych.
Nowoczesna inżynieria materiałowa	WF_W02, WF_W03, WF_W04, WF_U01, WF_U04, WF_U06, WF_U05, WF_U07 WF_K04, WF_K05,	Klasyfikacja nowoczesnych materiałów i technologii. Zastosowanie materiałów w różnych postaciach krystalicznych w nowoczesnej elektronice i energetyce. Nowoczesne technologie otrzymania kryształów. Metoda Czochralskiego. Fizyczne podstawy metody oraz aparatura do wzrostu kryształów. Metoda Bridgmana-Stokbargera. Metoda mikrowyciągania (micropulling-down, MPD). Metoda Edge-Defined Film-Fed Growth (EDFG). Nowoczesne technologie otrzymania warstw. Zaawansowana metoda epitaksji z cieczy (metoda LPE). Krystalizacje kwasi-homo-epitaksjalna oraz hetero-epitaksjalna metodą LPE. Metoda MBE (Molecular Beam Epitaxy, epitaksja z wiązek molekularnych) oraz ogólna charakterystyka tej metody. MOVPE (Metal Organic Vapor Phase Epitaxy, epitaksja z fazy gazowej z użyciem związków metaloorganicznych). Metoda HF CVD (Hot Filament Chemical Vapour Deposition; epitaksja z fazy gazowej z użyciem gorącego włókna). Zaawansowane technologie ceramiczne. Zaawansowane technologie nanokrystaliczne. Inżynieria oraz optymalizacja materiałów funkcjonalnych. Metody technologiczne tworzenia scyntylatorów. Aplikacja scyntylatorów. Scyntylatory w różnych rodzajach tomografii oraz fizyczne podstawy tych metod. Materiały dla dozymetrii. Materiały dla laserów. Technologie otrzymania materiałów laserowych w postaci ciał krystalicznych, ich typy. Materiał dla oświetlenia w postaci ciał stałych. Typy źródeł światła i zasady ich działania. Struktura produkcji źródeł światła oraz dynamika rozwoju nowoczesnych źródeł światła.

			Sposoby stworzenia światła białego. Parametry światła białego. Lamy fluorescencyjne. Diody LED. Fizyczne zasady pracy diody LED. Diody światła białego. Budowa LED emitującej światło białe (WLED). Etapy technologii stworzenia WLED. Materiały dla diagnostyki ultradźwiękowej.
Fizyka cienkich warstw	Wykład	WF_W02, WF_W03, WF_W04, WF_U01, WF_U06, WF_K04, WF_K05	Ogólna charakteryzacja warstw, jako obiektów niejednorodnych. Rola powierzchni. Mechanizmy wzrostu cienkich warstw. Epitaksja oraz ją rodzaje. Czynniki wpływające na typ wzrostu warstwy epitaksjalnej. Warstwy przejściowe. Kinetyka wzrostu warstw. Adsorpcja/dyfuzja; zarodkowanie, wzrost. Etapy oraz stadia formowania warstwy. Zależność rozmiarów krystalitów od parametrów wzrostu warstwy. Szorstkość warstwy. Fizyczne podstawy różnych etapów wzrostu warstw. Akomodacja i desorpcja. Zależność rozmiarów krystalitów od prędkości osadzenia i temperatury podłoża. Role inhibitorów. Metody wzrostu warstw epitaksjalnych. Wzrost homo-epitaksjalny. Wzrost hetero-epitaksjalny. Naparowanie próżniowe. Metody charakteryzacji warstw. Metody pomiaru grubości warstwy. Trawienie selektywne. Metody dyfrakcji rentgenowskiej. Mikroskopia skaningowa. Mikroskopia TEM. Mikroskopia AFM.
	Laboratorium	WF_W02. WF_W03, WF_W04, WF_W08, WF_U01, WF_U06, WF_K04, WF_K05	Pomiary grubości warstw metodami: ważenia oraz metodą interferometryczną. Badanie morfologii warstw metodą mikroskopii skaningowej. Wyznaczenie stałej sieci oraz niedopasowania warstwa - podłoża metodą dyfrakcji rentgenowskiej. Analiza składu warstwy. Pomiar absorpcji warstw. Identyfikacja materiału warstwy metodą fotoluminescencji. Identyfikacja typu promieniowania jonizującego przy użyciu warstw scyntylacyjnych. Katodoluminescencja.

Materiały scyntylacyjne i dozymetryczne	Wykład, Laboratorium	WF_W02, WF_W03, WF_W06, WF_U01, WF_U06, WF_K04, WF_K05	Luminescencja w ciałach stałych: typy centrów luminescencji, mechanizmy luminescencji i procesy transferu energii wzbudzenia. Luminescencja. Typy centrów luminescencji. Transfer i migracja energii wzbudzenia w materiałach luminescencyjnych. Materiały dla scyntylatorów. Materiały dla dozymetrii. Sposoby technologiczne wytwarzania materiałów dla dozymetrii oraz optymalizacja ich właściwości. Fosfory z pamięcią oraz ekrany mikro- tomograficzne. Metody technologiczne wytwarzania scyntylatorów i materiałów dozymetrycznych. Metoda Czochralskiego. Metoda Bridgmana - Stokbargera. Metoda mikro-wyciągania (MPD). Inne metody produkcji kryształów. Nowoczesne technologie otrzymywania scyntylatorów i materiałów dozymetrycznych w postaci warstw. Metoda epitaksji z fazy ciekłej (metoda LPE). Wzrost warstw z fazy gazowej. Naparowanie próżniowe. Morfologia warstw. Technologie syntezy scyntylatorów i detektorów: mikro- i nanoproszki oraz ceramika przezroczysta. Strukturalne metody charakteryzacji materiałów scyntylacyjnych i dozymetrycznych. Optyczne metody charakteryzacji materiałów scyntylacyjnych. Spektroskopia fosforów w różnych postaciach krystalicznych. Scyntylatory: strategia badań i optymalizacje właściwości materiałów. Zastosowania materiałów scyntylacyjnych i dozymetrycznych. Zastosowania materiałów TSL i OSL.
Seminarium projektowe	WF_W01, WF_U01, WF_K04	Przygotowanie projektu w grupach (różniczkowych w zależności od potrzeb). Projekty mogą dotyczyć tematyki nowoczesnych materiałów dla elektroniki i energetyki w różnych interesujących studentów obszarach gospodarki.	

.....  
data i podpis  
zastępcy ds. kształcenia

.....  
data i podpis  
dyrektora kolegium