

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i nanomateriały

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NN

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Przedmioty wybieralne fizyczne |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI NN oIS B14 13/14         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                           |
| SEMESTRY                                | 3 5                            |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 3       | 30     | 0         | 0            | 0                                | 0          | 0       |
| 5       | 30     | 0         | 0            | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie praw optyki oraz jej zastosowań w nauce i technice.

**Cel 2** Nabycie umiejętności praktycznych w obsłudze urządzeń optycznych

**Cel 3** Nabycie umiejętności konstruowania urządzeń optycznych

**Cel 4** Poznanie metod obliczeniowych niezbędnych w projektowaniu układów optycznych

**Cel 5** Wykorzystanie własności falowego światła w konstrukcjach obrazów dyfrakcyjnych

**Cel 6** Zastosowanie analizy fourierowskiej do przetwarzania cyfrowo - optycznego

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość analizy matematycznej oraz analizy wektorowej

2 Znajomość arytmetyki i algebry liczb zespolonych

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student wyjaśnia zasady konstrukcji obrazów i zasady działania urządzeń optycznych

**EK2 Wiedza** Student zna podstawy optyki falowej. Zna zjawiska interferencji i dyfrakcji oraz polaryzacji światła

**EK3 Umiejętności** Student potrafi obsłużyć optyczne urządzenia pomiarowe oraz wykorzystać zjawiska optyczne w prostych eksperymentach

**EK4 Umiejętności** Student potrafi skonstruować proste układy optyczne. Potrafi wyliczyć podstawowe parametry charakteryzujące układ optyczny

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Natura światła i jego propagacja. Widmo fal elektromagnetycznych. Promieniowanie mono i polichromatyczne. Uogólniony współczynnik załamania, dyspersja współczynnika załamania. Dyspersja normalna i anomalna. Liczba Abbego. Elementy materiałoznawstwa optycznego. Metamateriały. Zasada Fermata. Prawa odbicia i załamania. Przejście światła przez płytkę płasko-równoległą oraz przez pryzmat. Rozszczepienie światła.                                                                                                                | 8                |
| <b>W2</b> | Optyka geometryczna. Promień świetlny. Odbicie i załamanie na pojedynczej powierzchni sferycznej, zwierciadła wypukłe i wklęsłe. Soczewka cienka. Płaszczyzny główne, moc optyczna soczewki. Tworzenie obrazu przez soczewki. Równania soczewek Gaussa i Newtona. Soczewki grube oraz układy optyczne soczewek. Aberracje układów soczewkowych. Apertury w układach optycznych. Optyka włókien światłowodowych. Miniaturyzacja układów optycznych, technologia światłowodowa, soczewki cieczowe, Soczewki Luneburga. Kryształy fotoniczne. | 8                |
| <b>W3</b> | Elementy optyki instrumentalnej. Projektowanie układów optycznych oraz macierzowe formuły obliczeniowe wyznaczania biegu promieni. Podstawowe przyrządy optyczne: Lupa, mikroskop, teleskop ich konstrukcje i parametry. Kryteria oceny jakości soczewek na podstawie odwzorowań. Układy zwierciadlane: lustrzanka i kamera Schmidta. Autoogniskowanie i zoom optyczny. Mikroskopia Światłowodowa. Monochromatory pryzmatyczne. Optyka adaptacyjna.                                                                                        | 4                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| W4     | Elementy optyki falowej. Równanie falowe. Wektor Poytinga. Superpozycja fal. Prędkość grupowa i fazowa światła. Doświadczenie Younga. Ogólne warunki interferencji monochromatyczność i stałość fazy. Dyfrakcja Fraunhofera na szczelinie, otworze kołowym i prostokątnym. Dyfrakcja i strefy Fresnela. Spirala Cornu. Zasada Huygensa-Fresnela i zasada Babineteta. Soczewki Fresnela i ich zastosowanie w optyce cyfrowej. Siatki dyfrakcyjne transmisyjne i odbiciowe. Prążki mory. Fale stojące. Interferencja przy wielokrotnych odbiciach. Pierscienie Newtona. Filtry Interferencyjne i interferometr Fabryego-Perota. Interferometr Michelsona. Kryterium Rayleigha dla rozdzielczości spektralnej i przestrzennej. Nateżenie fali świetlnej w zapisie zespolonym. Nateżenie fali świetlnej w doświadczeniu Younga. Monochromatory siatkowe. | 4                |
| W5     | Polaryzacja światła. Typy polaryzacji. Płytki polaryzacyjne. Prawo Malusa. Zjawisko podwójnego załamania światła. Fale elektromagnetyczne w ośrodku jednorodnym i anizotropowym. Zjawisko polichroizmu (dichroizm polaryzatorów transmisyjnych). Zjawisko dwójłomności. Płytki fazowe ich zastosowanie w zwiększaniu kontrastu. Polaryzacja przez transmisję i odbicie. Matematyczny opis polaryzacji. Mikroskopia polaryzacyjna. Aktywność optyczna. Polaryzacja wymuszona przez pola elektryczne i magnetyczne. Polaryzacja ciekłych kryształów i jej wykorzystanie w monitorach i telewizorach. Zastosowanie filtrów polaryzacyjnych w technice kinowej 3D.                                                                                                                                                                                       | 4                |
| W6     | Koherencja światła. Spójność przestrzenna i czasowa. Droga spójności i czas spójności. Spójność i kontrast optyczny. Metody wyznaczania spójności. Spójność częściowa. Heterodynowanie optyczne. Interferencja przez podział frontu oraz dzielenie amplitud. Holografia i spójność światła. Rejestracja i rekonstrukcja czoła fali. Typy hologramów. Zastosowania holografii. Tworzenie i odtwarzanie obrazów holograficznych. Holografia monochromatyczna i barwna oraz tęczowa. Animacja holograficzna. Perspektywy rozwoju telewizji 3D opartej na świetle spójnym. Ograniczenia fizyczne holografii.                                                                                                                                                                                                                                             | 4                |
| W7     | Źródła światła. Promieniowanie termiczne. Prawa rządzące emisją termiczną. Inne niekoherentne źródła oświetlenia. Rozkłady widmowe źródeł promieniowania. Spójność źródeł promieniowania. Fluorescencja i promieniowanie wymuszone-lasery. Popularne lasery z zakresu VIS i lasery przestrajalne. Właściwości światła laserowego. Popularne źródła światła sztucznego i ich charakterystyki widmowe. Diody LED i diody RGB, diody OLED. Zastosowanie technologii LED i OLED w technikach wizyjnych. Diody laserowe wskaźnikowe. Emisyjne widma liniowe i pasmowe zasada działania telewizorów plazmowych. Elektro i termo luminescencja telewizory plazmowe.                                                                                                                                                                                         | 4                |
| W8     | Transmisja, rozproszenie i absorpcja światła w ośrodkach. Rozproszenie Rayleigha i Miego. Rozproszenie a dyfrakcja i dyspersja światła. Zjawiska optyczne w przyrodzie. Podstawy teoretyczne absorpcji światła. Prawo Bougera-Lamberta. Gęstość optyczna. Transmisja światłowodowa. Selektowna absorpcja. Filtry polaryzacyjne, neutralne, filtry interferencyjne i selektywne -zastosowania w Fotografii. Fotografia Schlieren.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W9</b>  | Odbicie kierunkowe od powierzchni. Odbicie i załamanie fali płaskiej na granicy ośrodków. Wzory Fresnela dla odbicia od powierzchni rozdziału ośrodków. Kąt Brewstera i pseudo-Brewstera. Rozproszenie koherentne i niekoherentne. Całkowite wewnętrzne odbicie. Odbicie od powierzchni metalicznych i przezroczystych. Efekt błyszcznienia (gloss). Rozproszenie światła od powierzchni chropowatych. Pomiary optyczne powierzchni rozpraszających. Odbicie od cienkich warstw. Interferencja w cienkich warstwach. Wzory Fresnela dla układów cienkowarstwowych. Warstwy refleksyjne i antyrefleksyjne i ich zastosowania. Elipsometria w badaniach cienkich warstw.                         | 4                |
| <b>W10</b> | Odbicie niekierunkowe od powierzchni chropowatej, Geometria odbicia. Kąty bryłowe. Rozproszenie kątowe na powierzchni chropowatej. Funkcja BRDF. Fizyczne modele rozproszenia na powierzchniach: Beckmana i Cookea Torrancea. Rozproszenie na powierzchniach periodycznych. Odbicie zwierciadlane i dyfuzyjne. Powierzchnia Lambertowska -dyfuzory lambertowskie w technikach oświetleniowych. Odbicie od powierzchni anizotropowej. Spektrogoniometria BRDF w zastosowaniu do renderingu.                                                                                                                                                                                                     | 4                |
| <b>W11</b> | Fotometria wizualna i energetyczna. Kąty bryłowe. Wielkości i jednostki fotometryczne. Zależności między jednostkami wizualnymi a energetycznymi. Lambertowskie prawo kosinusa. Luminancja jako miara wrażenia jaskrawości. Twierdzenie Abbego. Pomiary fotometryczne przy użyciu kul całkujących. Wzorce w optyce. Pomiary barwne w systemach RGB, CMYK, XYZ -1931 $L^*a^*b$ oraz pomiary różnic barwnych. Metodologia pomiarów barwnych przy użyciu spektrofotometru z użyciem kuli całkującej. Międzynarodowa komisja Oświetleniowa CIE. Wzorce barwne. Wzorce Fresnelowskie i Lambertowskie. Wzorzec świetlny. Temperatura barwowa. Technologia laserowa TMOS w pokazach wielkoekranowych. | 4                |
| <b>W12</b> | Optyka fizjologiczna. Układ optyczny oka. Światłoczułe receptory oka. Widzenie jako proces psychofizjologiczny. Czułość widmowa oka Prawa fizjologiczne w fotometrii wizualnej: Sumowania jaskrawości, Talbota, Webera Fechnera. Zjawiska Purkiniego i Stilesa- Crawforda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2                |
| <b>W13</b> | Detekcja światła. Podstawowe ograniczenia fizyczne. Półklasyczny model detekcji elektrycznej. Statystyka zliczeń fotonów dla promieniowania laserowego oraz dla światła termicznego. Interferometria plamkowa, ograniczenia szumowe detektora, Detekcja CCD oraz CMOS. Kierunki rozwoju technik detekcyjnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                |
| <b>W14</b> | Liniowe transformacje optyczne. Przekształcenia oparte na transformacji Fouriera. Zasady spektroskopii Fourierowskiej. Funkcje przenoszenia i rozmycia, kontrast. Teoria Abbego powstawania obrazu. Zastosowanie transformacji fourierowskiej w technikach obrazowania optycznego. Filtrowanie przestrzenne w detekcji obrazu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Zadania tablicowe

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 25                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 5                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt zespołowy

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe zjawiska optyczne i prawa optyki geometrycznej    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi jakościowo opisać działanie typowych urządzeń optycznych |

|                     |                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi konstruować w formie graficznej przyrządy optyczne prezentowane na wykładach i ćwiczeniach w oparciu o prawa optyki geometrycznej                                                                  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi wyznaczyć wielkości fizyczne w podstawowych urządzeniach optycznych.                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi wyznaczyć wielkości fizyczne w większości urządzeń prezentowanych na wykładach i ćwiczeniach                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe zjawiska optyczne i prawa optyki falowej                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi ilościowo opisać zjawiska interferencji opisane na wykładach, laboratoriach i ćwiczeniach                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna podstawy częściowej koherencji światła                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi ilościowo analizować zjawiska dyfrakcyjne w oparciu o teorię częściowej koherencji światła                                                                                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna podstawy transformacji liniowych w optyce                                                                                                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyjaśnić zasady działania standardowych urządzeń pomiarowych stosowanych w optyce.                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi wyjaśnić zasady działania urządzeń optycznych oraz obsługiwać w stopniu podstawowym urządzenia pomiarowe stosowane w optyce                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi ilościowo opisać zasady działania standardowych urządzeń badawczych w optyce oraz obsługiwać urządzenia pomiarowe w stopniu dobrym                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi ilościowo opisać zasady działania wszystkich urządzeń badawczych omówionych na wykładach i ćwiczeniach laboratoryjnych, obsługiwać urządzenia pomiarowe w stopniu dobrym                           |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi ilościowo opisać zasady działania wszystkich urządzeń badawczych omówionych na wykładach i ćwiczeniach laboratoryjnych, oraz prawidłowo interpretować wyniki pomiarów                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna zasady konstrukcji układów optycznych Student potrafi wykorzystać zjawiska polaryzacji w układach optycznych Student zna podstawy filtracji przestrzennej w optyce oraz pomiarów selektywnych w optyce |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi skonstruować prosty układ optyczny.                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi wyliczyć podstawowe parametry charakteryzujące układ optyczny                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi wykorzystać zjawiska polaryzacji w układach optycznych                                                                                                                                             |

|              |                                                                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0 | Student zna podstawy filtracji przestrzennej w optyce oraz zasady pomiarów selektywnych w optyce |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W02,<br>K_W15,<br>K_W05                                                      | Cel 1                | W1 W2 W3 W4              | N1 N2 N3 N5           | F1 P1         |
| EK2               | K_W02,<br>K_W07                                                                | Cel 1 Cel 4          | W4 W5 W6 W8              | N1 N3 N4 N5           | F1 P1         |
| EK3               | K_W03,<br>K_W08,<br>K_W16,<br>K_U05, K_U06,<br>K_U08                           | Cel 2 Cel 3<br>Cel 5 | W7 W9 W10<br>W11 W12 W13 | N1 N2 N3              | F1            |
| EK4               | K_U06, K_U07,<br>K_U08, K_U09,<br>K_U10, K_K03                                 | Cel 4 Cel 5<br>Cel 6 |                          | N1 N2 N3 N4 N5        | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | J. Jaglarz — *Optyka Użytkowa*, Kraków, 2013, Politechnika Krakowska
- [2] | J. Petykiewicz — *Optyka Falowa*, Warszawa, 1986, PWN
- [3] | J. R. Meyer-Arendt — *Wstęp do Optyki*, Warszawa, 1977, PWN
- [4] | P. P.Baejrjee, T. C. Poon — *Principles of Applied Optics*, Boston, 1991, IRWIN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | J. Nowak, M. Zajac — *Odwzorowanie w Układach Optycznych*, Wrocław, 2011, Politechnika Wrocławska
- [2] | R. Józwicki — *Podstawy inżynierii fotonicznej*, Warszawa, 2006, Politechnika Warszawska
- [3] | J. W.Goodman — *Wstęp do Optyki Statystycznej*, Warszawa, 1992, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Janusz Jaglarz (kontakt: pujaglar@cyf-kr.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Dr Janusz Jaglarz (kontakt: pujaglar@cyfronet.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....