**Nazwa przedmiotu:**

Fundamentals of Photonics

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Maksymilian Chlipała, dr inż. Julianna Winnik

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronics

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

FOP

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin bezpośrednich: 66, w tym:
• Wykład: 45 godz.
• Laboratorium: 15 godz.
• Konsultacje: 3 godz.
• Egzamin: 3 godz.

2) Praca własna studenta: 58, w tym:
• przygotowanie do egzaminu, zapoznanie z literaturą : 40 godz.
• Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych: 12 godz.
• Opracowanie sprawozdań: 6 godz.

Razem: 124 godz. = 5 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,5 punktu ECTS - Liczba godzin bezpośrednich: 66, w tym:
• Wykład: 45 godz.
• Laboratorium: 15 godz.
• Konsultacje: 3 godz.
• Egzamin: 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,5 punktu ECTS - Liczba godzin: 33, w tym:
• Laboratorium: 15 godz.
• Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych: 12 godz.
• Opracowanie sprawozdań: 6 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy optyki (kurs fizyki) i optomechatroniki

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Poznanie związków między dziedzinami fotoniki: optyką geometryczną, falową elektromagnetyczną i kwantową; podstaw teoretycznych tych dziedzin; ich miejsca w nauce
i technice; przykładowych zastosowań w przyrządach optycznych i fotonicznych. Zapoznanie z praktyką numeryczną i laboratoryjną.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Wprowadzenie. Fotonika, optyka a elektronika. Związki między obszarami fotoniki. Postulaty optyki falowej. Fale monochromatyczne. Fale elementarne. Odbicie i załamanie w ujęciu falowym.
2. Interferencja. Interferencja dwuwiązkowa. Kodowanie i dekodowanie informacji. Interferencja heterodynowa. Interferencja w płytkach. Interferometry z podziałem czoła fali i amplitudy; wspólnej drogi; z rozdwojeniem czoła fali. Interferometry z zastosowaniem siatek dyfrakcyjnych. Interferencja wielo-promieniowa.
3. Optyka cienkich warstw. Opis działania pojedynczej warstwy przeciwodblaskowej (AR) i zwierciadlanej (R). Pokrycia wielowarstwowe. Polaryzacyjne elementy światło-dzielące. Filtry interferencyjne.
4. Dyfrakcja. Przybliżenie Fresnela i Fraunhofera. Wybrane zagadnienia dyfrakcji Fraunhofera. Dyfrakcja Fresnela na obiektach o symetrii kołowej. Płytka strefowa Fresnela. Zjawisko samoobrazowania. Interferometr Talbota.
5. Odwzorowanie w oświetleniu koherentnym. Optyka fourierowska. Optyczna realizacja przekształcenia Fouriera. Filtracja częstości w oświetleniu koherentnym. Odwzorowanie przedmiotu punktowego. Funkcje odpowiedzi impulsowej i przenoszenia. Kryteria zdolności rozdzielczej. Obraz punktu w apodyzowanym układzie optycznym.
6. Odwzorowanie holograficzne.
7. Optyka statystyczna i odwzorowanie w oświetleniu niekoherentnym. Koherencja czasowa i przestrzenna. Interferencja w świetle częściowo koherentnym. Obrazowanie w oświetleniu niekoherentnym. Propagacja koherencji przestrzennej w swobodnej przestrzeni. Twierdzenie Van Citterta-Zernike. Interferometry gwiezdne.
8. Polaryzacja światła. Opis geometryczny. Macierzowy opis Jonesa, Stokesa. Odbicie i załamanie na granicy dwóch ośrodków - wzory Fresnela. Macierze Jonesa dla podstawowych elementów polaryzacyjnych. Zastosowanie rachunku macierzowego do wyznaczania stanu polaryzacji.
9. Optyka ośrodków anizotropowych. Propagacja światła w ośrodku anizotropowym. Przejście wiązki niespolaryzowanej przez anizotropową płytkę płaskorównoległą. Aktywność optyczna. Polaryzatory wykorzystujące zjawisko dwójłomności. Transmisja światła spolaryzowanego przez płytkę dwójłomną. Płytki opóźniające. Kompensatory.
10. Wybrane zastosowania polaryzacji: interferometria polaryzacyjna, mikroskopia interferencyjno-polaryzacyjna, elastooptyka, elipsometria.

Laboratorium:
1. Zajęcia wstępne.
2. Laserowy układ oświetlający (kolimacja wiązki).
3. Interferometry z podziałem amplitudy: Twymana-Greena, Macha-Zehndera, Sagnaca.
4. Wybrane zagadnienia dyfrakcji Fraunhofera.
5. Dyfrakcja Fresnela: zjawisko samoobrazowania i zastosowania (interferometr z rozdwojeniem czoła fali).
6. Zdolność rozdzielcza układu optycznego: wpływ stopnia koherencji promieniowania i funkcji źrenicy (gwiezdne interferometry Michelsona i Andersona).
7. Polaryzacyjna metoda zmiany fazy w obrazach prążkowych.

**Metody oceny:**

Wykład – egzamin.
Ćwiczenia – ocena punktowa na podstawie (1) sprawdzianów weryfikujący przygotowanie się studenta do laboratorium, (2) realizacji ćwiczeń przez studenta, (3) sprawozdań.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. R. Jóźwicki, Podstawy inżynierii fotonicznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006
2. K. Gniadek, Optyczne przetwarzanie informacji, PWN, Warszawa 1992
3. K. Patorski, M. Kujawińska, L. Sałbut, Interferometria laserowa z automatyczną analizą obrazu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005
4. B.E.A. Saleh, M.C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley & Sons, Inc. New York 1991
5. D. Goldstein, Polarized Light, Marcel Dekker, New York 2003
6. J. W. Goodman, Introduction to Fourier Optics, Roberts and Company Publishers, 2005
7. M. Born, E. Wolf, Principles of Optics, Pergamon Press, Oxford 1970 (and later editions)

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka FOT\_w01:**

Zna podstawowe prawa interferencji i potrafi dobrać układ interferometru do zadania pomiarowego

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka FOT\_w02:**

Zna podstawowe zagadnienia dyfrakcji i potrafi je wykorzystać do celów pomiarowych i testowych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka FOT\_w03:**

Potrafi scharakteryzować odwzorowanie optyczne o oświetleniu koherentnym i niekoherentnym

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka FOT\_w04:**

Zna podstawowe zjawiska w świetle spolaryzowanym i potrafi je wykorzystać w praktyce inżynierskiej

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka FOT\_w05:**

Rozumie znaczenie koherencji fali i potrafi zastosować tą wiedzę do projektowania systemów optycznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W02, K\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka FOT\_u01:**

Zna podstawową literaturę naukową i inżynierską z zakresu optyki i fotoniki.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U07, K\_U11, K\_U12, K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UU, P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK, I.P6S\_UO

**Charakterystyka FOT\_u02:**

Potrafi wyjasnic zasadę działania wybranych urządzeń optycznych i fotonicznych.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK, I.P6S\_UO, I.P6S\_UU, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka FOT\_k01:**

Potrafi pracować w zespole podczas prowadzenia doświadczeń i wnioskowania.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KO, I.P6S\_KR

**Charakterystyka FOT\_k02:**

Potrafi integrować wiedzę mechatroniczną i optyczną.

Weryfikacja:

Egzamin, kolokwia laboratoryjne, dyskusje podczas zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KR, P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KO