



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metamateriały

Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

2

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Eryk Wolarz, prof. PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: eryk.wolarz@put.poznan.pl

tel. +48 616653167

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Wymagania wstępne

Wiedza dotycząca podstaw klasycznej teorii elektromagnetyzmu oraz fizyki dielektryków i magnetyków w zakresie treści programowych przedmiotów realizowanych na I stopniu i II stopniu kształcenia na kierunku studiów Fizyka Techniczna. Umiejętność rozwiązywania elementarnych problemów z elektromagnetyzmu w oparciu o posiadaną wiedzę, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.

Cel przedmiotu

Zapoznanie studentów z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi właściwości elektromagnetycznych



metamateriałów oraz problemami związanymi z propagacją fal elektromagnetycznych w ośrodkach metamateriałowych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Zna modele fizyczne zjawisk elektromagnetycznych w metamateriałach, a także zna ograniczenia w stosowaniu tych modeli. - [K2_W01, K2_W02]
2. Zna podstawowe metody symulacji numerycznych stosowane dla ośrodków metamateriałowych. - [K2_W03]
3. Ma aktualną wiedzę dotyczącą wytwarzania i charakteryzacji metamateriałów oraz ich potencjalnych zastosowań. - [K2_W04, K2_W10, K2_W13]

Umiejętności

1. Potrafi sformułować złożone problemy fizyczne i techniczne dotyczące metamateriałów oraz zaproponować strategię ich rozwiązania. - [K2_U05]
2. Potrafi dobierać materiały dielektryczne i magnetyczne pod kątem ich zastosowań w technologii metamateriałów. - [K2_U13]

Kompetencje społeczne

1. Postrzega możliwości i sposoby ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy z zakresu współczesnej techniki wykorzystującej materiały o różnych właściwościach elektromagnetycznych. - [K2_K04]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekt kształcenia	Forma oceny	Kryteria oceny
W01, W02, W03,	egzamin pisemny/ustny	3 50.1%-70.0%
W04, W10, W13		4 70.1%-90.0%
		5 od 90.1%
U05, U013	egzamin pisemny/ustny	3 50.1%-70.0%
		4 70.1%-90.0%
		5 od 90.1%
K04	egzamin pisemny/ustny	3 50.1%-70.0%
		4 70.1%-90.0%
		5 od 90.1%

Treści programowe



1. Fale elektromagnetyczne w ośrodkach metamateriałowych

(równania Maxwella, równanie falowe dla ośrodków o zerowych gęstościach prądu elektrycznego i ładunku elektrycznego, relacje między kierunkami i zwrotami wektorów elektrycznego i magnetycznego oraz wektora falowego, współczynnik załamania i impedancja falowa, twierdzenie Poyntinga, relacje między wektorami falowym i wektorem Poyntinga dla ośrodków o dodatnich i ujemnych przenikalnościach elektrycznej i magnetycznej)

2. Odbicie i załamania fali elektromagnetycznych na granicy ośrodków naturalnych i metamateriałowych

(warunki brzegowe dla pola elektromagnetycznego na granicy ośrodków, związki między wektorami elektrycznym, magnetycznym i falowym dla fal padającej, odbitej i załamanej na granicy ośrodków, wyprowadzenie praw odbicia i załamania, wzory Fresnela)

3. Zespolone parametry elektromagnetyczne materiałów

(zespolony współczynnik załamania dla materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego bez swobodnych ładunków elektrycznych, zespolony współczynnik załamania jako konsekwencja polaryzowalności atomowej (model Lorentza), przewodnictwo właściwe i zespolona przenikalność elektryczna materiałów przewodzących prąd elektryczny)

4. Metamateriały o ujemnej części rzeczywistej współczynnika załamania

(zespolona przenikalność elektryczna sieci tworzonej przez wzajemnie równoległe druty z materiałów przewodzących (model CW Pendry'ego), zespolona przenikalność magnetyczna sieci tworzonej przez podwójne cylindry metalowe z przerwą (model SRR Pendry'ego))

5. Metoda symulacji numerycznych w zastosowaniu do wyznaczania parametrów elektromagnetycznych metamateriałów

(zagadnienie odwrotne - związki konstytutywne, metoda całkowania skończonego, wyznaczanie parametrów elektromagnetycznych na podstawie transmisji i odbicia fali elektromagnetycznej wynikających z macierzy rozpraszania)

6. Potencjalne zastosowania metamateriałów

Metody dydaktyczne

Wykład: szczegółowe omówienie zagadnień i wyprowadzenia wzorów z wykorzystaniem kredy i tablicy, multimedialna prezentacja dodatkowych materiałów.

Literatura

Podstawowa

1. D.J. Griffith, Podstawy elektromagnetyzmu, wyd. 2, dodr. 3. Warszawa, 2011.



2. S.A. Ramakrishna, T.M. Grzegorzczak, Physics and Applications of Negative Refractive Index Metamaterials, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2009.

Uzupełniająca

1. N. Engheta, R.W. Ziolkowski (ed.), Metamaterials: Physics and Engineering Explorations, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

2. Tie Jun Cui, D. J. Smith, Ruopeng Liu, Metamaterials: Theory, Design, and Applications, Springer, New York, Dordrecht, Heidelberg, London.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	54	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	34	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	0	0,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności