

## OPISY KURSÓW

- Kod kursu: ELR1308
- Nazwa kursu: TEORIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO
- Język wykładowy: polski

<i>Forma kursu</i>	<i>Wykład</i>	<i>Ćwiczenia</i>	<i>Laboratorium</i>	<i>Projekt</i>	<i>Seminarium</i>
<i>Tygodniowa liczba godzin ZZU *</i>	2	2			
<i>Semestralna liczba godzin ZZU*</i>	30	30			
<i>F o r m a zaliczenia</i>	egzamin	kolokwium			
<b><i>Punkty ECTS</i></b>	3	2			
<b><i>Liczba godzin CNPS</i></b>	90	60			

- Poziom kursu (podstawowy/zaawansowany): podstawowy
- Wymagania wstępne: Analiza Matematyczna 1 i 2, Fizyka.
- Imię, nazwisko i tytuł/ stopień prowadzącego:  
Janina Pospieszna, dr hab. inż., prof. nadzw.
- Imiona i nazwiska oraz tytuły/stopnie członków zespołu dydaktycznego:
  1. Adam Gubański, dr inż.
  2. Edmund Motyl, prof. dr hab. inż.
  3. Jerzy Piotrowicz, dr inż.
  4. Bronisław Świstacz, dr inż.
- Rok: ...II.... Semestr:.....3.....
- Typ kursu (obowiązkowy/wybieralny): obowiązkowy
- Cele zajęć (efekty kształcenia): Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: opisu podstawowych zagadnień z zakresu pola elektromagnetycznego (EM), formułowania równań opisujących pole EM, obliczania rozkładu pola.
- Forma nauczania (tradycyjna/zdalna): tradycyjna
- Krótki opis zawartości całego kursu:

Wstęp, podstawy fizyczne zjawisk elektromagnetycznych, stosowany układ jednostek, układy współrzędnych, klasyfikacja pól. Pole elektrostatyczne. Wielkości podstawowe pola, prawa, równania całkowe i różniczkowe, pole elektryczne w materii, przewodniki i dielektryki, kondensatory, układy pojemnościowe, energia pola, metody obliczania pól. Pole przepływowo-prądowe. Zjawisko przewodzenia prądu, elementy elektronowej teorii przewodnictwa, prawo Ohma, prawo Joule’a, równanie ciągłości prądu, równania pola, obliczanie rezystancji układów sferycznych i cylindrycznych, wpływ temperatury na

rezystancję. Pole magnetyczne. Działania dynamiczne na ładunek w ruchu i na element przewodnika z prądem, indukcja magnetyczna, strumień magnetyczny, siła i moment działania na dipol magnetyczny. Wzór Biot-Savarta-Laplace'a. Obliczanie rozkładu indukcji w próżni. Prawo Ampere'a w próżni. Wirowość i bezźródłowość pola magnetycznego w próżni wyrażone przez równania całkowe i różniczkowe. Materia w polu magnetycznym, wektor magnetyzacji, wektor natężenia pola, prawo przepływu w ośrodku materialnym, klasyfikacja materiałów, charakterystyka magnesowania, histereza magnetyczna. Obwody magnetyczne, reluktancja odcinka obwodu, obliczania obwodu z wzbudzeniem prądowym i magnesem trwałym. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prawo Faradaya. Indukcyjność własna i wzajemna. Energia pola magnetycznego. Straty histerezy. Pole elektromagnetyczne, ciągłość prądu całkowitego, równania Maxwella, transport energii, równania falowe.

- Wykład (podać z dokładnością do 2 godzin):

	Zawartość tematyczna poszczególnych wykładów	Liczba godzin
1.	Wprowadzenie, układ jednostek SI, układy współrzędnych. Podstawy fizyczne elektromagnetyzmu. Struktura materii, wielkości fizyczne w skali mikro i makro. Pole elektrostatyczne. Ładunek elektryczny i prawa zachowania ładunku. Różne rodzaje gęstości rozmieszczenia ładunku.	2
2.	Prawo Coulomba. Opisy wektorowe i skalarnie pola. Natężenie pola, strumień elektryczny wektora natężenia pola, napięcie elektryczne, potencjał. Linie sił pola, rurki pola, powierzchnie ekwipotencjalne, jednostki.	2
3.	Zasada superpozycji. Pole grupy ładunków, pole dipola elektrycznego, warstwa dipolowa. Źródłowość i bezwirowość pola elektrostatycznego. Operatory różniczkowe gradientu, dywergencji, rotacji, własności operatorów. Prawa pola elektrostatycznego w postaci całkowej i różniczkowej w próżni.	2
4.	Pole elektrostatyczne w materii. Przewodniki i dielektryki, klasyfikacja. Polaryzacja, podatność i przenikalność elektryczna. Wektor indukcji elektrostatycznej. Ferroelektryki, elektrety.	2
5.	Warunki graniczne na warstwie pojedynczej ładunku. Równania załamania pola na granicy dwóch ośrodków materialnych.	1
6.	Energia pola elektrycznego, energia kondensatora. Energia układu pojemnościowego. Gęstość przestrzenna i lokalizacja energii. Ciśnienie elektrostatyczne, efekt ostrza. Wytrzymałość elektryczna, kondensator z izolacją uwarstwioną.	2
7.	Metody analizy pól. Zastosowanie warunków symetrii i prawa Gaussa. Metoda odbić lustrzanych dla ładunków punktowych i osiowych. Równania Laplace'a i Poissona, warunki brzegowe, jednoznaczność rozwiązań.	2
8.	Pojemności torów przesyłowych linii wieloprzewodowych napowietrznych i kabli.	1
9.	Pole przepływowe prądu elektrycznego. Wektor gęstości prądu. Rurka prądu. Zjawisko przewodnictwa, elementy elektronowej teorii przewodnictwa, ruchliwość nośników ładunku.	2
10.	Prawo Ohma w postaci lokalnej. Prawo Joula, gęstość przestrzenna strat. Prawo ciągłości prądu. Prawa pola przepływowego stacjonarnego	2

	w postaci całkowej i różniczkowej.	
11.	Rozszerzone prawo Ohma w postaci całkowej odcinka rurki pola, bilans energii. Załamanie pola na granicy ośrodków przewodzących. Rezystancja uziomu, napięcie krokowe. Zależność rezystancji od temperatury. Prawa Kirchhoffa. Obliczanie obwodów rezystancyjnych.	2
12.	Pole magnetyczne. Pole magnetyczne jako zjawisko elektrokinetyczne. Wzór Lorentz'a. Wektor indukcji magnetycznej. Strumień magnetyczny, jednostki indukcji i strumienia (tesla i weber).	2
13.	Siły dynamiczne przewodników z prądem. Moment magnetyczny obwodu prądowego, moment warstwy dipolowej. Potencjał wektorowy. Efekt Halla.	2
14.	Wzór Biot-Savarta-Laplace'a. Prawo Ampera (przepływu) w próżni. Wirowość i bezźródłowość pola magnetycznego w próżni. Siły wzajemnego oddziaływania między przewodnikami z prądem. Definicja jednostki natężenia prądu (ampera).	2
15.	Pole magnetyczne w ośrodkach materialnych, wektor magnetyzacji. Wektor natężenia pola magnetycznego. Prawo Ampera (przepływu) w ośrodku materialnym. Równania pola w postaci całkowej i różniczkowej w próżni i materiale.	2
16.	Klasyfikacja materiałów magnetycznych. Charakterystyki magnesowania, pętla histerezy, nasycenie, remanent, koercja.	1
17.	Obwody magnetyczne (magnetowody). Prawa obwodów magnetycznych. Reluktancja, smm (wzbudzenie), przepływ. Prawo Ohma dla odcinka obwodu. Równania obwodów rozgałęzionych. Obliczanie obwodów z wzbudzeniem prądowym. Obwody z magnesem trwałym.	2
18.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prawo Faradaya. Indukowanie sem w przewodnikach zamkniętych i prostoliniowych. Zasada Lenza, reguły strzałkowania. Samoindukcja i indukcja wzajemna..	2
19.	Indukcyjności własne i wzajemne, definicja jednostki (henr). Strumień skojarzony i jego związek z potencjałem wektorowym, indukcyjności zewnętrzne i wewnętrzne przewodów	2
20.	Równania cewek sprzężonych, transformator bezrdzeniowy, strumienie rozproszenia, współczynnik sprzężenia. Indukcyjność własna i wzajemna torów (linii) przesyłowych.	2
21.	Energia pola magnetycznego cewki i cewek sprzężonych. Gęstość energii. Energia w rdzeniu nieliniowym, straty na histerezę, prądy wirowe.	2
22.	Pole elektromagnetyczne. Prawo Faradaya w postaci całkowej i różniczkowej. Równanie ciągłości prądu całkowitego. Postulat Maxwella.	2
23.	Prąd przesunięcia, prąd polaryzacji. Równania Maxwella. Warunki graniczne dla wektorów pola elektromagnetycznego.	1
24.	Gęstość energii pola elektromagnetycznego. Straty energii w polu elektromagnetycznym. Transport energii, wektor Poytinga. Równania falowe pola elektromagnetycznego. Fala płaska.	2

- Ćwiczenia - zawartość tematyczna:

Obliczanie rozkładów natężenia pola i potencjału od danych rozkładów ładunków. Obliczanie napięć i strumieni w polu. Obliczanie sił, pracy i energii. Obliczanie pojemności kondensatorów i układów kondensatorowych z wstępnym naładowaniem. Obliczanie gęstości prądu i natężenia pola w polu przepływowym, obliczanie rezystancji układów walcowych i sferycznych. Obliczanie w polu magnetycznym rozkładu indukcji, natężenia pola, strumienia magnetycznego, obliczanie sił i momentów działania na obwody z prądem. Obliczanie obwodów magnetycznych. Wyznaczanie sem indukowanych, obliczanie indukcyjności własnych i wzajemnych.

- Seminarium - zawartość tematyczna:
- Laboratorium - zawartość tematyczna:
- Projekt - zawartość tematyczna:
- Literatura podstawowa:
  1. T. Łobos, M. Łukaniszyn, B. Jaszczyk – *Teoria pola dla elektryków* – Oficyna wydawnicza PWR, 2004
  2. R. Sikora - *Teoria Pola Elektromagnetycznego* - WNT 1997
  3. H. Rawa – *Podstawy Elektromagnetyzmu*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996
  4. A. Skopec i Inni - *Elektryczność i Magnetyzm* - Skrypt PWR. 1993.
- Literatura uzupełniająca:
  1. J. D. Jackson – *Classical Electrodynamics* – third edition, John Wiley & Sons, INC, 2001
  2. John D. Kraus, Daniel A. Fleisch – *Electromagnetics with Applications* – fifth edition, McGraw-Hill International Editions, 1999
  3. W. Michalski – *Elektryczność i magnetyzm – Zbiór zagadnień i zadań* – Oficyna Wydawnicza PWR, 2004
- Warunki zaliczenia: Ćwiczenia: 1 kolokwium, wykład: egzamin.

\* - w zależności od systemu studiów