

**Jednostka prowadząca: Wydział Techniczny**

**Kierunek studiów: Elektronika i telekomunikacja**

**Nazwa przedmiotu: Elektryczność i magnetyzm**

**Charakter przedmiotu:** podstawowy, obowiązkowy

**Typ studiów:** inżynierskie I-go stopnia, stacjonarne/niestacjonarne

**Formy dydaktyczne i terminarz:**

Forma przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Rok studiów/Semestr	2/3	2/3			
Liczba godzin w semestrze	30/18	15/10			
Forma zaliczenia	zal.na ocenę	zal.na ocenę			
Liczba punktów ECTS	2/2	2/2			

## **WYKŁAD**

**Wymagania wstępne:**

Brak wymagań wstępnych.

**Cele kształcenia:**

Poznanie praw rządzących elektrycznością i magnetyzmem oraz możliwości ich praktycznego wykorzystania. Nabycie umiejętności opisu pól elektrycznych i magnetycznych, statycznych i zmiennych, oraz obliczania parametrów ruchu falowego w wolnej przestrzeni.

**Metody dydaktyczne:**

Wykład i demonstracja niektórych zjawisk elektrycznych i magnetycznych z wykorzystaniem środków audiowizualnych.

**Zasady i kryteria zaliczenia:**

Zaliczenie pisemnego i ustnego kolokwium z tematyki wykładu.

**Treści programowe:**

1. Elektrostatyka:

Pole elektrostatyczne - źródła pola, prawo Coulomba, jednostka ładunku elektrycznego. Kwantowy charakter ładunku. Zasada zachowania ładunku. Natężenie pola elektrostatycznego, strumień elektryczny, prawo Gaussa. Praca w polu elektrostatycznym, potencjalna energia elektrostatyczna i potencjał elektrostatyczny. Powierzchnie ekwipotencjalne. Związek między natężeniem pola elektrostatycznego i potencjałem. Pojęcie gradientu potencjału. Dipol elektryczny. Moment dipolowy. Natężenie pola  $E$  dla dipola elektrycznego. Pojemność elektryczna przewodników, jednostki. Kondensatory i ich łączenie w baterie. Energia kondensatora. Pojemność kondensatora płaskiego i kulistego. Ładowanie i rozładowanie kondensatora. Układ RC. Dielektryk w polu elektrycznym. Polaryzacja dielektryków. Dielektryki i prawo Gaussa. Trzy wektory elektryczne  $\vec{E}$ ,  $\vec{D}$  i  $\vec{P}$  ( natężenie pola, indukcja i polaryzacja), ich sens fizyczny oraz związek między nimi.

## 2. Prąd elektryczny:

Natężenie i napięcie. Opór przewodników, jednostki. Prawo Ohma, opór właściwy i przewodnictwo właściwe. Materiałowe prawo Ohma. Wektor gęstości prądu i prawo Ohma dla gęstości prądu. Łączenie oporów szeregowo i równoległe; prawa Kirchhoffa. Potencjometry. Praca i moc prądu stałego. Ciepło wydzielane przez przewodnik z prądem. Prawo Joule'a. Mechanizm przewodnictwa metali. Klasyczna teoria przewodnictwa metali. Model pasmowy ciał stałych. Metale półprzewodniki i dielektryki. Nadprzewodnictwo. Termoelektryczne siły elektromotoryczne. Zjawisko Peltiera i Thomsona. Prąd elektryczny w cieczech i gazach. Dysocjacja i elektroliza. Ogniwa galwaniczne. Siła elektromotoryczna ogniwa. Prawo Ohma dla całego obwodu. Łączenie ogniw w baterie. Polaryzacja elektrod i jej wpływ na pracę ogniwa. Akumulatory i ich parametry. Procesy ładowania i rozładowania. Prawa Faraday'a. Równoważniki elektrochemiczny i chemiczny oraz związek między nimi. Stała Faraday'a. Prąd elektryczny w gazie. Przewodnictwo jonowe w gazach pod normalnym ciśnieniem. Wyładowanie łukowe i iskrowe. Plazma. Wyładowania w gazach rozrzedzonych. Promienie katodowe kanalikowe oraz promienie Roentgena (X). Mechanizmy wyładowania jarzeniowego.

## 3. Pole magnetyczne-źródła pola.

Pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego z prądem. Prawo sił Ampere'a. Prawo Biot-Savarta. Amper absolutny. Pole magnetyczne przewodnika kołowego z prądem. Indukcja na osi przewodnika kołowego z prądem w odległości  $x$  od niego. Pole magnetyczne solenoidu. Strumień magnetyczny. Własności magnetyczne materii. Przenikalność magnetyczna i wektor namagnesowania. Klasyfikacja magnetycznych własności ciał. Histereza magnetyczna, ciała ferromagnetyczne. Parametry magnetyczne materiałów ferromagnetycznych. Zjawisko magnetostrykcji. Diamagnetyzm i paramagnetyzm. Siły działające na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym. Moment magnetyczny. Moment sił działających na zamknięty obwód z prądem umieszczony w polu magnetycznym. Silnik elektryczny. Siły działające na ładunki krążące po orbitach ( siła Lorentza ). Akceleratory. Zasada działania cyklotronu. Częstość cyklotronowa. Siły działające na poruszające się ładunki w metalach i półprzewodnikach w polu magnetycznym. Efekt Halla.

## 4. Elektromagnetyzm:

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej podczas ruchu przewodnika w polu magnetycznym. Indukcja elektromagnetyczna w obwodach nieruchomych. Siła elektromotoryczna indukcji. Prawo indukcji Faradaya. Kierunek prądu indukcyjnego. Reguła Lenza. Indukcja własna i wzajemna. Współczynnik indukcji własnej i wzajemnej. Siła elektromotoryczna samoindukcji. Prądy przejściowe przy włączaniu i wyłączaniu. Prądy wirowe Foucaulta. Siła elektromotoryczna indukcji w obracającej się ramce umieszczonej w polu magnetycznym. Prąd zmienny. Prąd zmienny płynący w obwodzie RL oraz RLC. Wpływ indukcji własnej, pojemności i oporu na natężenie prądu zmiennego. Impedancja (zawada). Napięcie i natężenie skuteczne. Moc wydzielana w obwodzie prądu zmiennego. Prądy wielofazowe. Prądnice prądu zmiennego. Induktor i transformator.

## 5. Drgania i fale elektromagnetyczne:

Oscylacyjny charakter wyładowania kondensatora. Obwód drgający LC , analogia do ruchu harmonicznego. Wymuszone drgania elektromagnetyczne w obwodzie RLC. Rezonans elektromagnetyczny. Częstotliwość drgań własnych obwodu. Elementy teorii Maxwella, prąd przesunięcia. Uogólnione prawo Ampere'a. Równania Maxwella w postaci różniczkowej i całkowitej. Równania Maxwella w próżni i w ośrodkach materialnych ( polaryzacja, magnetyzacja, zespolona przenikalność elektryczna ). Zasady zachowania energii w polu elektromagnetycznym. Fale elektromagnetyczne i ich właściwości. Wektor Poyntinga. Podstawy propagacji i promieniowania – fala płaska w ośrodku bezstratnym i stratnym, współczynnik propagacji. Polaryzacja fali, warunki brzegowe, padanie fali na granicę dwóch ośrodków, rezystancja powierzchniowa. Doświadczenia Hertza. Dipol Hertza, rezystancja

promieniowania. Prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w próżni. Radiofonia i telewizja.

**Literatura podstawowa:**

1. Hallyday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki*. t. 3. PWN, Warszawa 2006.
2. Oread J., *Fizyka*. t. 2, WNT, Warszawa 1993.
3. Januszajtis A., *Fizyka dla Politechnik*. t. 2 i 3. PWN, Warszawa 1991.
4. Wróblewski A. K., Zakrzewski J. A., *Wstęp do fizyki*. t. 2, cz. 2, PWN, Warszawa 1991.
5. Massalski J., Massalska M., *Fizyka dla inżynierów*. WNT, Warszawa 1980.

**Literatura uzupełniająca:**

1. Szczeniowski S., *Fizyka doświadczalna. Elektryczność i magnetyzm*. PWN, Warszawa 1972.
2. Piekara A., *Elektryczność i magnetyzm*. PWN, Warszawa 1970.
3. Kleszczewski Z., *Fizyka klasyczna*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998.
4. Purcell E. M., *Elektryczność i magnetyzm*. PWN, Warszawa 1975.
5. Sowieliw L.W., *Kurs fizyki*. PWN, Warszawa 1987.

**Efekty kształcenia:**

Opanowanie umiejętności opisu pól elektrycznych i magnetycznych – statycznych i zmiennych oraz obliczania parametrów ruchu falowego w wolnej przestrzeni.

**Język wykładowy:** polski.

## **ĆWICZENIA**

### ***Wymagania wstępne:***

Brak wymagań wstępnych.

### ***Cele kształcenia:***

Poszerzenie wiedzy uzyskanej przez studentów na wykładzie poprzez rozwiązywanie odpowiednich problemów i zadań z elektryczności, magnetyzmu i elektromagnetyzmu.

### ***Metody dydaktyczne:***

Rozwiązywanie problemów i zadań ilustrujących materiał omawiany na wykładach z użyciem tablicy, kalkulatora i komputera. Listy zadań są ogłaszane z tygodniowym wyprzedzeniem.

### ***Zasady i kryteria zaliczenia:***

Zaliczenie kolokwium pisemnego z tematyki ćwiczeń. Na ocenę końcową ma również wpływ aktywność studenta na ćwiczeniach.

### ***Treści programowe:***

1. Rozwiązywanie zadań z zakresu elektrostatyki ( prawo Coulomba i Gaussa, praca w polu elektrostatycznym, energia i potencjał pola, określenie natężenia pola w dowolnym punkcie dla ładunków punktowych i dipola).
2. Przykłady zadań dotyczących pojemności elektrycznej przewodników i kondensatorów płaskich, kulistych oraz walcowych. Ładowanie i rozładowanie kondensatora w układzie RC.
3. Przykłady rozwiązywania problemów i zadań związanych z prądem stałym. Prawa Ohma, Kirchhoffa i Joule'a. Praca i moc prądu.
4. Zadania i problemy dotyczące elektrochemii. Prawa Faraday'a i ich praktyczne wykorzystanie.
5. Przykłady rozwiązywania zadań dotyczących pola magnetycznego i poruszających się w nim ładunków elektrycznych ( prawo Ampere'a, siła Lorentza, efekt Halla).
6. Zadania dotyczące określenia siły elektromotorycznej indukcji i samoindukcji. Obliczanie współczynników indukcji własnej i wzajemnej. Określenie wartości i czasu przepływu prądów przejściowych przy włączaniu i wyłączeniu.
7. Obliczenia dotyczące parametrów prądu zmiennego w układzie RL i RLC.
8. Problemy i zagadnienia dotyczące drgań i fal elektromagnetycznych nietłumionych i tłumionych. Rezonans elektromagnetyczny. Wykorzystanie zasady zachowania energii w polu elektromagnetycznym. Wyznaczanie długości i prędkości rozchodzenia się fal w ośrodku stratnym i bezstratnym. Równania Maxwella.

### ***Literatura podstawowa:***

1. Jezierski K., Kołodka B., Sierański K., *Zadania z rozwiązaniami, cz. II*. Oficyna Wydawnicza Scripta, Wrocław 1999.
2. Baj M., Szeflińska G., Szymański M., Wasik D., *Zadania i problemy z fizyki, t. III*. PWN, Warszawa 1993.
3. Hennel A., Szuszkiewicz W., *Zadania i problemy z fizyki, t. II*. PWN, Warszawa 1978.
4. Araminowicz J., *Zbiór zadań z fizyki (mechanika, elektryczność, magnetyzm)*. PWN, Warszawa 1985.

### ***Literatura uzupełniająca:***

1. Idczak E., *Ćwiczenia rachunkowe z fizyki*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1979.

2. Kalisz J., Massalska M., Massalski J., *Zbiór zadań z fizyki z rozwiązaniami*. PWN, Warszawa 1971
3. Bendrikow G.A., Buchowcew B.B., Kerżeńcew W.W., Mjakiszew G.J., *Zadania z fizyki*. PWN, Warszawa 1978.

***Efekty kształcenia:***

Opanowanie umiejętności obliczenia podstawowych wielkości elektrycznych, magnetycznych i elektromagnetycznych.

***Osoby prowadzące:***

prof. zw. dr hab. Stanisław Kuźmiński