



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu
Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Nazwa przedmiotu		Kod ECTS	
Elektrodynamika		13.2.0451	
Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot			
Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki			
Studia			
wydział	kierunek	poziom	pierwszego stopnia
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka	forma	stacjonarne
		moduł	fizyka
		specjalnościowy	Podstawowa
specjalizacja			
Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)			
dr hab. Tomasz Paterek			
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS	
Formy zajęć		8 Przedmiot w wymiarze 60 h wykładu i 45 h ćwiczeń + praca własna studenta	
Wykład, Ćw. audytoryjne			
Sposób realizacji zajęć			
zajęcia w sali dydaktycznej			
Liczba godzin			
Wykład: 60 godz., Ćw. audytoryjne: 45 godz.			
Termin realizacji przedmiotu			
2022/2023 letni			
Status przedmiotu		Język wykładowy	
obowiązkowy		polski	
Metody dydaktyczne		Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne	
<ul style="list-style-type: none"> - Rozwiązywanie zadań - Wykład problemowy - praca własna - analiza treści wykładu, sprawdzania swojej wiedzy, czytanie literatury, uczenie się treści programowych, przygotowanie się do egzaminu - ćwiczenia audytoryjne - omawianie metod matematycznych przedmiotu, rozwiązywanie przykładowych zadań <p>praca własna - rozwiązywanie zadań</p>		Sposób zaliczenia	
		<ul style="list-style-type: none"> - Zaliczenie na ocenę - Egzamin 	
		Formy zaliczenia	
		<ul style="list-style-type: none"> - egzamin ustny - kolokwium - egzamin pisemny (dłuższa wypowiedź pisemna / rozwiązanie problemu) 	
		Podstawowe kryteria oceny	
		<p>OCENA BDB: Pełna znajomość treści zawartych w wykładzie (patrz, treści programowe, wszystkie hasła), w tym wszystkie wyprowadzenia, umiejętność rozwiązywania zadań z tego zakresu.</p> <p>OCENA DB Pełna znajomość części treści zawartych w wykładzie (patrz, treści programowe, hasła z jedną gwiazdka i bez), w tym większość wyprowadzeń, umiejętność rozwiązywania zadań z tego zakresu.</p> <p>OCENA DST Pełna znajomość podstawowych treści zawartych w wykładzie (patrz, treści programowe, hasła bez gwiazdek), w tym część wyprowadzeń, umiejętność rozwiązywania zadań z tego zakresu.</p>	
Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się			

zakładany efekt kształcenia	Egzamin	Kolokwium	mtd. dydakt 3	mtd. dydakt 4	mtd. dydakt 5	mtd. dydakt 6	mtd. dydakt 7	mtd. dydakt 8
Wiedza								
K_W01	+	+						
K_W02	+	+						
K_W07	+	+						
K_W08	+	+						
K_W11	+	+						
Umiejętności								
K_U01	+	+						
K_U05	+	+						
K_U07	+	+						

Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi**A. Wymagania formalne**

zaliczone pierwsze dwa lata studiów licencjackich na kierunku fizyka

B. Wymagania wstępne

znajomość analizy matematycznej, algebry, metod matematycznych fizyki i mechaniki klasycznej na poziomie pierwszych dwóch lat licencjatu z fizyki

Cele kształcenia

poznanie podstaw teoretycznych oraz formalizmu matematycznego elektrodynamiki klasycznej

Treści programowe

1. Podstawowe własności wektorów. Baza ortogonalna.
2. Reguły transformacyjne wektorów.
3. Gradient, dywergencja i rotacja oraz podstawowe własności różniczkowe wektorów.
4. Twierdzenie Gaussa i twierdzenie Stokesa.
5. Gradient i dywergencja we współrzędnych krzywoliniowych.
6. Delta Diraca i jej własności.
7. Trójwymiarowa delta Diraca.
8. Twierdzenie Helmholtza + **dowód.
9. Podstawowe równania elektrostatyki.
10. Prawo Coulomba.
11. Pole elektrostyczne wytworzone przez układ ładunków.
12. Potencjał elektrostyczny.
13. Równanie Poissona. Funkcje Greena.
14. *Nieciągłość pola elektrycznego na powierzchni naładowanej.
15. *Potencjał elektrostyczny a powierzchnia naładowana.
16. Energia elektrostyczna ładunku próbnego w polu elektrostycznym.
17. Energia elektrostyczna układu punktów naładowanych.
18. **Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki.
19. Przewodniki w elektrostatyce.
20. Ładunki indukowane w elektrostatyce.
21. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce).
22. Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora.
23. Równanie Laplace'a i jego własności.
24. Zagadnienia brzegowe Dirichleta.
25. Zagadnienia brzegowe Neumanna.
26. Metoda obrazów.
27. Metoda rozdzielania zmiennych (równanie Laplace'a).
28. *Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielania zmiennych dla współrzędnych sferycznych.
29. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych.
30. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce).
31. Dipol. Pole elektrostyczne dipola.

32. Podstawowe równania magnetostatyki.
33. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania.
34. Cechowanie Coulomba.
35. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) (* wyprowadzić)
36. *Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych.
37. Równania Maxwella.
38. Potencjały w pełnej elektrodynamice.
39. Cechowanie Coulomba i Lorentza.
40. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego.
41. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a.
42. Funkcja Greena dla równania falowego. Ogólne własności.
43. *Retardowana funkcja Greena. Wyprowadzenie.
44. Pola E i B wyznaczone za pomocą gęstości ładunku i prądu i ich pochodnych.
45. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni.
46. Wektor Poyntinga.
47. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni.
48. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni.
49. Potencjały Lienarda-Wiecherta.
50. **Pola retardowane ładunku punktowego.
51. **Moc promieniowania ładunku punktowego.
52. Założenia teorii względności.
53. Przestrzeń Minkowskiego.
54. Transformacje Lorenzta w przestrzeni Minkowskiego.
55. Tensor pola elektromagnetycznego.
56. Relatywistyczna forma równań Maxwella.
57. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza.
58. Relatywistyczna forma siły Lorentza.
59. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny.
60. *Relatywistyczne wektory i tensory.
61. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella.
62. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka.
63. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej.
64. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach.
65. Fale w ośrodkach przewodzących.
66. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.

Wykaz literatury

D. J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, Wydawnictwo Naukowe PWN 2001
 J. D. Jackson, Elektrodynamika klasyczna, PWN 1982
 M. Suffczyński, Elektrodynamika, PWN 1965
 literatura dodatkowa
<http://www.plasma.uu.se/CED/Book/>
<http://www.tphys.uni-heidelberg.de/~wegner/e03.dyn/EI03Gese.pdf>

Kierunkowe efekty uczenia się

K_W01 ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji, zasad i teorii fizycznych, rozumie ich historyczny rozwój i znaczenie nie tylko dla fizyki, ale i dla nauk ścisłych i przyrodniczych oraz poznania świata
 K_W02 rozumie rolę eksperymentu fizycznego, matematycznych modeli teoretycznych przybliżających rzeczywistość oraz symulacji komputerowych w metodologii badań naukowych; ma świadomość ograniczeń technologicznych, aparaturowych i metodologicznych w badaniach naukowych

Wiedza

Student zna:
 Podstawowe własności wektorów. Baza ortogonalna.
 Reguły transformacyjne wektorów.
 Gradient, dywergencja i rotacja oraz podstawowe własności różniczkowe wektorów.
 Twierdzenie Gaussa i twierdzenie Stokesa.
 Gradient i dywergencja we współrzędnych krzywoliniowych.
 Delta Diraca i jej własności.
 Trójwymiarowa delta Diraca.
 Twierdzenie Helmholtza

<p>K_W07 zna i rozumie podstawowe zjawiska elektromagnetyczne oraz prawa elektrodynamiki sformułowane w języku równań Maxwella</p> <p>K_W08 posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk i praw optyki geometrycznej, falowej oraz fotometrii</p> <p>K_W11 zna podstawowe metody obliczeniowe stosowane w mechanice klasycznej, elektrodynamice, mechanice kwantowej i fizyce statystycznej</p> <p>K_U01 potrafi sformułować podstawowe prawa fizyczne używając formalizmu matematycznego</p> <p>K_U05 potrafi opisać pola elektryczne i magnetyczne w próżni i w ośrodkach materialnych oraz zjawiska fizyczne zachodzące w obwodach elektrycznych; potrafi sklasyfikować ośrodki materialne ze względu na sposób ich oddziaływania z zewnętrznym polem elektromagnetycznym</p> <p>K_U07 posiada umiejętność ilościowej analizy ruchu drgającego i falowego oraz opisu zjawisk optycznych, akustycznych oraz oddziaływania światła z materią</p>	<p>Podstawowe równania elektrostatyki.</p> <p>Prawo Coulomba.</p> <p>Pole elektrostatyczne wytworzone przez układ ładunków.</p> <p>Potencjał elektrostatyczny.</p> <p>Równanie Poissona. Funkcje Greena.</p> <p>Nieciągłość pola elektrycznego na powierzchni naładowanej.</p> <p>Potencjał elektrostatyczny a powierzchnia naładowana.</p> <p>Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym.</p> <p>Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych.</p> <p>Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki.</p> <p>Przewodniki w elektrostatyce.</p> <p>Ładunki indukowane w elektrostatyce.</p> <p>Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce).</p> <p>Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora.</p> <p>Równanie Laplace'a i jego własności.</p> <p>Zagadnienie brzegowe Dirichleta.</p> <p>Zagadnienie brzegowe Neumanna.</p> <p>Metoda obrazów.</p> <p>Metoda rozdzielania zmiennych (równanie Laplace'a).</p> <p>Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielania zmiennych dla współrzędnych sferycznych.</p> <p>Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych.</p> <p>Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce).</p> <p>Dipol. Pole elektrostatyczne dipola.</p> <p>Podstawowe równania magnetostatyki.</p> <p>Potencjał wektorowy, transformacje cechowania.</p> <p>Cechowanie Coulomba.</p> <p>Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki)</p> <p>Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych.</p> <p>Równania Maxwella.</p> <p>Potencjały w pełnej elektrodynamice.</p> <p>Cechowanie Coulomba i Lorentza.</p> <p>Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego.</p> <p>Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a.</p> <p>Funkcja Greena dla równania falowego. Ogólne własności.</p> <p>Retardowana funkcja Greena.</p> <p>Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni.</p> <p>Wektor Poyntinga.</p> <p>Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni.</p> <p>Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni.</p> <p>Potencjały Lienarda-Wiecherta.</p> <p>Pola retardowane ładunku punktowego.</p> <p>Moc promieniowania ładunku punktowego.</p> <p>Tensor pola elektromagnetycznego.</p> <p>Relatywistyczna forma równań Maxwella.</p> <p>Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza.</p> <p>Relatywistyczna forma siły Lorentza.</p> <p>Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny.</p> <p>Relatywistyczne wektory i tensory.</p> <p>Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella.</p> <p>Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka.</p> <p>Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej.</p> <p>Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach.</p> <p>Fale w ośrodkach przewodzących.</p> <p>Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.</p>
	<p>Umiejętności</p> <p>Student potrafi:</p>

- przeprowadzać rozumowania wymagające znajomości teoretycznych podstaw elektrodynamiki klasycznej
- stosować matematyczny formalizm elektrodynamiki
- rozwiązywać zagadnienia brzegowe występujące w elektrodynamice
- zauważyć i wykorzystać symetrie przestrzenne zagadnień elektrodynamicznych
- sformułować prawa elektrodynamiki
- stosować potencjały elektromagnetyczne
- rozwiązać równanie falowe i zinterpretować własności otrzymanych rozwiązań
- dokonać rozwinięcia multipolowego pól i potencjałów
- sformułować równania Maxwella w postaci relatywistycznie niezmienniczej
- zachwycić się pięknem formalizmu elektrodynamiki klasycznej
- zwalczać pseudonaukowe brednie (radiestezja, homeopatia, telepatia, etc.)

Kompetencje społeczne (postawy)**Kontakt**

tomasz.pateret@ug.edu.pl