



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 klasyczna - ćwiczenia		13.2.0664													
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)															
prof. dr hab. Tomasz Paterek															
Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin		Liczba punktów ECTS													
Formy zajęć		3 udział studenta w zajęciach (45 godz. ćwiczeń audytoryjnych) - 2 ECTS praca własna studenta - 1 ECTS													
Ćw. audytoryjne															
Sposób realizacji zajęć															
zajęcia w sali dydaktycznej															
Liczba godzin															
Ćw. audytoryjne: 45 godz.															
Termin realizacji przedmiotu															
2024/2025 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"> - Dyskusja - Projektowanie doświadczeń - Rozwiązywanie zadań - ćwiczenia audytoryjne - omawianie metod matematycznych przedmiotów, rozwiązywanie przykładowych zadań <p>praca własna - rozwiązywanie zadań</p>		Sposób zaliczenia													
		Zaliczenie na ocenę													
		Formy zaliczenia													
		<ul style="list-style-type: none"> - wykonanie pracy zaliczeniowej - projekt lub prezentacja - kolokwium 													
		Podstawowe kryteria oceny													
		<p>OCENA BDB: Pełna umiejętność rozwiązywania zadań ze wszystkich treści zawartych w wykładzie oraz kompletny projekt / prezentacja.</p> <p>OCENA DB: Umiejętność rozwiązywania zadań ze wszystkich treści zawartych w wykładzie oraz czytelny projekt / prezentacja.</p> <p>OCENA DST: Umiejętność rozwiązywania prostych zadań z elektrodynamiki.</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Składowa oceny</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>aktywność na zajęciach</td> <td>0 %</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>kolokwia</td> <td>51%</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>wykonanie projektu</td> <td>51%</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>		Składowa oceny	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	aktywność na zajęciach	0 %	25%	kolokwia	51%	50%	wykonanie projektu	51%	25%
Składowa oceny	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej													
aktywność na zajęciach	0 %	25%													
kolokwia	51%	50%													
wykonanie projektu	51%	25%													
Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się															

zakładany efekt kształcenia	Kolokwium	Projekt / Prezentacja	Aktywność na zajęciach
	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

zaliczony pierwszy rok studiów licencjackich na kierunku fizyka

B. Wymagania wstępne

znajomość analizy matematycznej, algebry, metod matematycznych fizyki i mechaniki klasycznej na poziomie pierwszych trzech semestrów 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 równanie 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 Lorentza 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
 K_W07 zna i rozumie podstawowe zjawiska elektromagnetyczne oraz prawa elektrodynamiki sformułowane w języku równań Maxwella
 K_W08 posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk i praw optyki geometrycznej, falowej oraz fotometrii
 K_W11 zna podstawowe metody obliczeniowe stosowane

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
 Podstawowe równania elektrostatyki.
 Prawo Coulomba.
 Pole elektrostatyczne wytworzone przez układ ładunków.
 Potencjał elektrostatyczny.
 Równanie Poissona. Funkcje Greena.
 Nieciągłość pola elektrycznego na powierzchni naładowanej.
 Potencjał elektrostatyczny a powierzchnia naładowana.

<p>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>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 elektrodynamice.</p> <p>Ładunki indukowane w elektrodynamice.</p> <p>Siła działająca na przewodnik (w elektrodynamice).</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 elektrodynamice).</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> <ul style="list-style-type: none"> - 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)

- Student potrafi argumentować bazując na danych.
- Student potrafi brać udział w dyskusjach grupowych.

Kontakt

tomasz.pateret@ug.edu.pl