

**Karta przedmiotu**

Nazwa i kod przedmiotu	Elektrodynamika klasyczna, PG_00182302						
Kierunek studiów	Fizyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2026 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2027/2028		
Poziom kształcenia	I stopnia - licencjackie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	4	Liczba punktów ECTS			7.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca							
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		prof. dr hab. Tomasz Paterek				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	45.0	45.0	0.0	0.0	0.0	90
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	90		0.0		85.0	175
Cel przedmiotu	Poznanie podstaw teoretycznych oraz formalizmu matematycznego elektrodynamiki klasycznej.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_U05] potrafi stosować formalizm elektrodynamiki klasycznej i równania Maxwella do opisu pól elektrycznego i magnetycznego w próżni i w ośrodkach materialnych oraz w obwodach elektrycznych, oraz do klasyfikowania ośrodków materialnych ze względu na sposób ich oddziaływania z zewnętrznym polem elektromagnetycznym	- przeprowadzenie rozumowania bazującego na prawach elektrodynamiki - rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem tych praw - rozróżnia rodzaje materiałów elektrycznych i magnetycznych i rozumie ich mechanizmy	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU2] prezentacja/projekt/referat/raport [SU4] test/egzamin - ustny lub pisemny
	[FIZL3_W07] zna i rozumie zjawiska elektromagnetyczne, prawa elektrodynamiki oraz konsekwencje równań Maxwella	- potrafi sformułować prawa elektrodynamiki na kilka sposobów (różniczkowe, całkowite, przez potencjały) - poprawnie opisuje statyczne i dynamiczne zjawiska elektromagnetyczne	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja
	[FIZL3_W01] ma zaawansowaną wiedzę w zakresie koncepcji, zasad i teorii fizycznych, rozumie ich historyczny rozwój i znaczenie nie tylko dla fizyki, ale i dla innych nauk ścisłych i przyrodniczych oraz poznania świata	- zna nowoczesne zastosowania elektromagnetyzmu - stosuje elektrodynamikę do zrozumienia zjawisk wokół siebie	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/raport

## Treści przedmiotu

1. Podstawowe własności wektorów. Baza ortogonalna.
2. Gradient, dywergencja i rotacja oraz podstawowe własności różniczkowe wektorów.
3. Twierdzenie Gaussa i twierdzenie Stokesa.
4. Gradient i dywergencja we współrzędnych krzywoliniowych.
5. Delta Diraca i jej własności.
6. Trójwymiarowa delta Diraca.
7. Twierdzenie Helmholtza + \*\*dowód.
8. Prawo Coulomba.
9. Pole elektrostatyczne wytworzone przez układ ładunków.
10. Potencjał elektrostatyczny.
11. Równanie Poissona. Funkcje Greena.
12. \*Nieciągłość pola elektrycznego na powierzchni naładowanej.
13. \*Potencjał elektrostatyczny a powierzchnia naładowana.
14. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym.
15. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych.
16. \*\*Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki.
17. Przewodniki w elektrostatyce.
18. Ładunki indukowane w elektrostatyce.
19. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce).
20. Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora.
21. Równanie Laplacea i jego własności.
22. Zagadnienia brzegowe Dirichleta.
23. Zagadnienia brzegowe Neumanna.
24. Metoda obrazów.
25. Metoda rozdzielania zmiennych (równanie Laplacea).

26. \*Równanie Laplacea. Metoda rozdzielania zmiennych dla współrzędnych sferycznych.
27. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce).
28. Dipol. Pole elektrostatyczne dipola.
29. Podstawowe równania magnetostatyki.
30. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania.
31. Cechowanie Coulomba.
32. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) (\* wyprowadzić)
33. \*Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych.
34. Równania Maxwella.
35. Potencjały w pełnej elektrodynamice.
36. Cechowanie Coulomba i Lorentza.
37. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego.
38. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni.
39. Wektor Poyntinga.
40. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni.
41. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni.
42. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) równania Maxwella.
43. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka.
44. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach.
45. Kryzys elektrodynamiki klasycznej nierozwiązane problemy.

**Wymagania wstępne i dodatkowe**

Znajomość analizy matematycznej, algebry, metod matematycznych fizyki i mechaniki klasycznej na poziomie trzech semestrów licencjatu z fizyki.

**Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się**

Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
egzamin ustny (treści programowe, umiejętność klarownej argumentacji, wypowiedzi)	51.0%	40.0%
egzamin pisemny (umiejętność analizy, rozwiązywania zadań, znajomość treści, 1.5 godziny)	51.0%	40.0%
prezentacja / projekt	51.0%	20.0%

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	D. J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, Wydawnictwo Naukowe PWN 2001  J. D. Jackson, Elektrodynamika klasyczna, PWN 1982
	Uzupełniająca lista lektur	<a href="http://www.plasma.uu.se/CED/Book/">http://www.plasma.uu.se/CED/Book/</a>  <a href="http://www.tphys.uni-heidelberg.de/~wegner/e03.dyn/EI03Gese.pdf">http://www.tphys.uni-heidelberg.de/~wegner/e03.dyn/EI03Gese.pdf</a>
	Adresy eZasobów	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>1. Wypisz równania Maxwella w postaci różniczkowej i całkowej.</p> <p>2. Udowodnij, że rotacja gradientu znika.</p> <p>3. Poruszający się naładowany cylinder.</p> <p>Rozważmy nieskończony, pusty, poziomy cylinder o promieniu <math>R</math>, naładowany z gęstością powierzchniową <math>\sigma &gt; 0</math>.</p> <p>Cylinder porusza się w prawo (wzdłuż osi <math>z</math>) ze stałą prędkością <math>v</math>.</p> <p>(a) Czy można tę sytuację opisać w ramach magnetostatyki? Podaj argument.</p> <p>(b) Wylicz potencjał elektryczny w całej przestrzeni. Uwaga na punkt odniesienia.</p> <p>(c) Oblicz natężenie płynącego prądu powierzchniowego.</p> <p>(d) Wylicz potencjał wektorowy w całej przestrzeni.</p> <p>(e) Opisz jakościowo potencjały elektrodynamiczne kiedy prędkość cylindra wzrasta.</p>	
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.