

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Elektrodynamika klasyczna (ćw. audytoryjne), PG_00155829						
Kierunek studiów	Fizyka (O)						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2024 r.		Rok akademicki realizacji przedmiotu		2025/2026		
Poziom kształcenia	I stopnia - licencjackie		Grupa zajęć		Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów		
Forma studiów	stacjonarne		Sposób realizacji		na uczelni		
Rok studiów	2		Język wykładowy		polski brak		
Semestr studiów	4		Liczba punktów ECTS		3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki		Forma zaliczenia		zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		dr hab. Waldemar Kłobus				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	0.0	45.0	0.0	0.0	0.0	45
	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	45		0.0		45.0	90
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest 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 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	Student potrafi:- 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.)	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_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 innych nauk ścisłych i przyrodniczych oraz poznania świata	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. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych. Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki. Przewodniki w elektrostatyce. Ładunki indukowane w elektrostatyce. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce). Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora. Równanie Laplace'a i jego własności. Zagadnienie brzegowe Dirichleta. Zagadnienie brzegowe Neumanna. Metoda obrazów. Metoda rozdzielenia zmiennych (równanie Laplace'a). Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielenia zmiennych dla współrzędnych sferycznych. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). Dipol. Pole elektrostatyczne dipola. Podstawowe równania magnetostatyki. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania. Cechowanie Coulomba. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych. Równania Maxwella. Potencjały w pełnej elektrodynamice. Cechowanie Coulomba i Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a. Funkcja Greena dla równania	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/ raport [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
		falowego. Ogólne własności. Retardowana funkcja Greena. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni. Wektor Poyntinga. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni. Potencjały Lienarda-Wiecherta. Pola retardowane ładunku punkowego. Moc promieniowania ładunku punkowego. Tensor pola elektromagnetycznego. Relatywistyczna forma równań Maxwella. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza. Relatywistyczna forma siły Lorentza. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny. Relatywistyczne wektory i tensory. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach. Fale w ośrodkach przewodzących. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.	

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_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	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. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych. Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki. Przewodniki w elektrostatyce. Ładunki indukowane w elektrostatyce. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce). Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora. Równanie Laplace'a i jego własności. Zagadnienie brzegowe Dirichleta. Zagadnienie brzegowe Neumanna. Metoda obrazów. Metoda rozdzielenia zmiennych (równanie Laplace'a). Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielenia zmiennych dla współrzędnych sferycznych. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). Dipol. Pole elektrostatyczne dipola. Podstawowe równania magnetostatyki. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania. Cechowanie Coulomba. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych. Równania Maxwella. Potencjały w pełnej elektrodynamice. Cechowanie Coulomba i Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a. Funkcja Greena dla równania	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/ raport [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
		falowego. Ogólne własności. Retardowana funkcja Greena. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni. Wektor Poyntinga. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni. Potencjały Lienarda-Wiecherta. Pola retardowane ładunku punkowego. Moc promieniowania ładunku punkowego. Tensor pola elektromagnetycznego. Relatywistyczna forma równań Maxwella. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza. Relatywistyczna forma siły Lorentza. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny. Relatywistyczne wektory i tensory. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach. Fale w ośrodkach przewodzących. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.	

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_W07] zna i rozumie podstawowe zjawiska elektromagnetyczne oraz prawa elektrodynamiki sformułowane w języku równań Maxwella	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. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych. Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki. Przewodniki w elektrostatyce. Ładunki indukowane w elektrostatyce. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce). Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora. Równanie Laplace'a i jego własności. Zagadnienie brzegowe Dirichleta. Zagadnienie brzegowe Neumanna. Metoda obrazów. Metoda rozdzielenia zmiennych (równanie Laplace'a). Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielenia zmiennych dla współrzędnych sferycznych. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). Dipol. Pole elektrostatyczne dipola. Podstawowe równania magnetostatyki. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania. Cechowanie Coulomba. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych. Równania Maxwella. Potencjały w pełnej elektrodynamice. Cechowanie Coulomba i Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a. Funkcja Greena dla równania	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
		falowego. Ogólne własności. Retardowana funkcja Greena. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni. Wektor Poyntinga. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni. Potencjały Lienarda-Wiecherta. Pola retardowane ładunku punkowego. Moc promieniowania ładunku punkowego. Tensor pola elektromagnetycznego. Relatywistyczna forma równań Maxwella. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza. Relatywistyczna forma siły Lorentza. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny. Relatywistyczne wektory i tensory. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach. Fale w ośrodkach przewodzących. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.	

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_W08] posiada wiedzę w zakresie podstawowych zjawisk i praw optyki geometrycznej, falowej oraz fotometrii	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. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych. Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki. Przewodniki w elektrostatyce. Ładunki indukowane w elektrostatyce. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce). Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora. Równanie Laplace'a i jego własności. Zagadnienie brzegowe Dirichleta. Zagadnienie brzegowe Neumanna. Metoda obrazów. Metoda rozdzielenia zmiennych (równanie Laplace'a). Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielenia zmiennych dla współrzędnych sferycznych. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). Dipol. Pole elektrostatyczne dipola. Podstawowe równania magnetostatyki. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania. Cechowanie Coulomba. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych. Równania Maxwella. Potencjały w pełnej elektrodynamice. Cechowanie Coulomba i Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a. Funkcja Greena dla równania	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
		falowego. Ogólne własności. Retardowana funkcja Greena. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni. Wektor Poyntinga. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni. Potencjały Lienarda-Wiecherta. Pola retardowane ładunku punkowego. Moc promieniowania ładunku punkowego. Tensor pola elektromagnetycznego. Relatywistyczna forma równań Maxwella. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza. Relatywistyczna forma siły Lorentza. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny. Relatywistyczne wektory i tensory. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach. Fale w ośrodkach przewodzących. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.	

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_W11] zna podstawowe metody obliczeniowe stosowane w mechanice klasycznej, elektrodynamice, mechanice kwantowej i fizyce statystycznej	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. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. Energia elektrostatyczna układu punktów naładowanych. Funkcja Greena równania Poissona, a warunki brzegowe elektrostatyki. Przewodniki w elektrostatyce. Ładunki indukowane w elektrostatyce. Siła działająca na przewodnik (w elektrostatyce). Kondensatory. Pojemność i energia kondensatora. Równanie Laplace'a i jego własności. Zagadnienie brzegowe Dirichleta. Zagadnienie brzegowe Neumanna. Metoda obrazów. Metoda rozdzielenia zmiennych (równanie Laplace'a). Równanie Laplace'a. Metoda rozdzielenia zmiennych dla współrzędnych sferycznych. Ogólna postać rozwiązania równania Laplace'a dla współrzędnych sferycznych. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). Dipol. Pole elektrostatyczne dipola. Podstawowe równania magnetostatyki. Potencjał wektorowy, transformacje cechowania. Cechowanie Coulomba. Potencjał wektorowy dipola magnetycznego (dla magnetostatyki) Warunki ciągłości/nieciągłości spełniane przez pole B w pobliżu prądów powierzchniowych. Równania Maxwella. Potencjały w pełnej elektrodynamice. Cechowanie Coulomba i Lorentza. Fale elektromagnetyczne w próżni. Własności rozwiązań równania falowego. Polaryzacja fali elektromagnetycznej. Opis Stokes'a. Funkcja Greena dla równania	[SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW2] prezentacja/projekt/referat/ raport [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy		
	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	
	falowego. Ogólne własności. Retardowana funkcja Greena. Gęstość energii pola elektromagnetycznego w próżni. Wektor Poyntinga. Zasada zachowania energii dla pól elektromagnetycznych w próżni. Zasada zachowania pędu dla pól elektromagnetycznych w próżni. Potencjały Lienarda-Wiecherta. Pola retardowane ładunku punktowego. Moc promieniowania ładunku punktowego. Tensor pola elektromagnetycznego. Relatywistyczna forma równań Maxwella. Cztero-potencjał. Cechowanie Lorentza. Relatywistyczna forma siły Lorentza. Opis ruchu punktu materialnego w przestrzeni Minkowskiego. Czas własny. Relatywistyczne wektory i tensory. Elektrodynamika makroskopowa (fenomenologiczna) – równania Maxwella. Polaryzacja i magnetyzacja ośrodka. Warunki brzegowe/skoku w elektrodynamice makroskopowej. Prędkość fal elektromagnetycznych w dielektrykach. Fale w ośrodkach przewodzących. Kryzys elektrodynamiki klasycznej – nierozwiązane problemy.		
	[FIZL3_U01] potrafi sformułować podstawowe prawa fizyczne używając formalizmu matematycznego	Student potrafi:- 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.)	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZL3_U07] posiada umiejętność ilościowej analizy ruchu drgającego i falowego oraz opisu zjawisk optycznych, akustycznych oraz oddziaływania światła z materią	Student potrafi: - 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.)	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZL3_U16] potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się	Student potrafi:- 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.)	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna
	[FIZL3_K08] potrafi kompetentnie wypowiadać się na temat podstawowych problemów fizyki i jej zastosowań	Student potrafi argumentować bazując na danych. Student potrafi brać udział w dyskusjach grupowych	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[FIZL3_K05] rozumie potrzebę i znaczenie popularyzacji wiedzy fizycznej	Student potrafi argumentować bazując na danych. Student potrafi brać udział w dyskusjach grupowych	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[FIZL3_K02] potrafi precyzyjnie formułować problemy służące pogłębieniu zrozumienia danego tematu	Student potrafi argumentować bazując na danych. Student potrafi brać udział w dyskusjach grupowych	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja
	[FIZL3_K01] zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia	Student potrafi argumentować bazując na danych. Student potrafi brać udział w dyskusjach grupowych	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja

Treści przedmiotu	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 elektrostatyczne wytworzone przez układ ładunków. 12. Potencjał elektrostatyczny. 13. Równanie Poissona. Funkcje Greena. 14. *Nieciągłość pola elektrycznego na powierzchni naładowanej. 15. *Potencjał elektrostatyczny a powierzchnia naładowana. 16. Energia elektrostatyczna ładunku próbnego w polu elektrostatycznym. 17. Energia elektrostatyczna 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 Laplacea i jego własności. 24. Zagadnienia brzegowe Dirichleta. 25. Zagadnienia brzegowe Neumanna. 26. Metoda obrazów. 27. Metoda rozdzielania zmiennych (równanie Laplacea). 28. *Równanie Laplacea. Metoda rozdzielania zmiennych dla współrzędnych sferycznych. 29. Ogólna postać rozwiązania równanie Laplacea dla współrzędnych sferycznych. 30. Rozwinięcie multipolowe (w elektrostatyce). 31. Dipol. Pole elektrostatyczne 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 Stokesa. 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 punkowego. 51. **Moc promieniowania ładunku punkowego. 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		
Wymagania wstępne i dodatkowe	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		
Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	kolokwium	51.0%	100.0%
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	D. J. Griffiths, Podstawy elektrodynamiki, Wydawnictwo Naukowe PWN 2001 J. D. Jackson, Elektrodynamika klasyczna, PWN 1982 M. Suffczyński, Elektrodynamika, PWN 1965	
	Uzupełniająca lista lektur	http://www.plasma.uu.se/CED/Book/ http://www.tphys.uni-heidelberg.de/~wegner/e03.dyn/EI03Gese.pdf	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie:	
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	brak		
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy		

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.