

**Karta przedmiotu**

Nazwa i kod przedmiotu	Podstawy fizyki medycznej IV - fizyka kwantowa, PG_00090108						
Kierunek studiów	Fizyka medyczna (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			5.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Rektor -> Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot		prof. dr hab. Piotr Bojarski				
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	30.0	0.0	0.0	0.0	60
	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	60		0.0		0.0	60
Cel przedmiotu	Edukacja w zakresie podstaw fizyki w obrębie zagadnień sformułowanych w XX i XXI wieku ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk fizycznych i problemów technicznych występujących w środowisku medycznym. Ukazanie fizyki jako nauki fundamentalnej dla całej grupy nauk przyrodniczych - czyli medycyny, chemii, biologii.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[FIZMEDL3_W09] posiada wiedzę o elementarnych składnikach materii i rodzajach fundamentalnych oddziaływań między nimi, o przejawach tych oddziaływań w zjawiskach zachodzących w różnych skalach od subatomowej do astronomicznej, zna związane z tymi zjawiskami skale czasu i energii	Student zna: - teorie fizyczne powstałe w XX wieku i doświadczenia je weryfikujące, - podstawowe wzory w obrębie fizyki atomowej, molekularnej i jądrowej, - budowę materii, - teorie cząstek elementarnych, - problem dualizmu falowo-korpuskularnego - podstawy mechaniki kwantowej koniecznych do zrozumienia podstaw działania aparatury radiodiagnostycznej oraz oddziaływania promieniowania z materią.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW3] opracowanie tekstowe/praca pisemna
	[FIZMEDL3_U07] posiada umiejętność ilościowej analizy ruchu drgającego i falowego oraz opisu zjawisk optycznych, akustycznych oraz oddziaływania światła z materią	Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych; Potrafi: - tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń; - rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki; - weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki; - posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji; - dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.; - dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne	[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SU3] opracowanie tekstowe/praca pisemna
	[FIZMEDL3_W10] zna podstawowe metody obliczeniowe stosowane w mechanice klasycznej, elektrodynamice, mechanice kwantowej i fizyce statystycznej	Student zna: - teorie fizyczne powstałe w XX wieku i doświadczenia je weryfikujące, - podstawowe wzory w obrębie fizyki atomowej, molekularnej i jądrowej, - budowę materii, - teorie cząstek elementarnych, - problem dualizmu falowo-korpuskularnego - podstawy mechaniki kwantowej koniecznych do zrozumienia podstaw działania aparatury radiodiagnostycznej oraz oddziaływania promieniowania z materią.	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/diskusja [SW3] opracowanie tekstowe/praca pisemna

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	<p>[FIZMEDL3_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>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych; Potrafi: - tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń; - rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki; - weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki; - posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji; - dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.; - dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne</p>	<p>[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>
	<p>[FIZMEDL3_U01] potrafi sformułować podstawowe prawa fizyczne używając formalizmu matematycznego</p>	<p>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych; Potrafi: - tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń; - rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki; - weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki; - posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji; - dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.; - dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne</p>	<p>[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	<p>[FIZMEDL3_K01] zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia</p>	<p>Student ma świadomość ograniczeń i braków wiedzy wyniesionej ze szkoły średniej. Powinien również wiedzieć, na czym polega różnica pomiędzy uczeniem się w szkole a studiowaniem na uczelni wyższej i poznać ogromną rolę pracy własnej (wyrabianie umiejętności samokształcenia). Student powinien wdrożyć się do pracy w zespole poprzez wspólne rozwiązywanie problemów oraz poszukiwania informacji koniecznej do jego rozwiązywania. Student powinien kształcić logiczne, twórcze i krytyczne myślenie. Powinien zdobyć umiejętność dyskusji, oceny informacji oraz precyzyjnego formułowania wypowiedzi. Powinien mieć świadomość, że prawa i zasady fizyki określają przebieg zjawisk wokół nas. Znajomość zagadnień fizycznych, obejmująca zakres realizowanego materiału, pozwala na rozwiązywanie problemów technicznych, diagnostykę czy też samodzielną pracę naukową, przygotowuje do samodzielnej analizy problemu, zrozumienia i rozwiązania go z zastosowaniem poznanych praw fizycznych i metod obliczeniowych. Student otrzymuje niezbędną znajomość fizycznych podstaw działania sprzętu medycznego stosowanego w diagnostyce lekarskiej oraz różnych rodzajach terapii.</p>	<p>[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	<p>[FIZMEDL3_K08] potrafi kompetentnie wypowiadać się na temat podstawowych problemów fizyki i jej zastosowań</p>	<p>Student ma świadomość ograniczeń i braków wiedzy wyniesionej ze szkoły średniej. Powinien również wiedzieć, na czym polega różnica pomiędzy uczeniem się w szkole a studiowaniem na uczelni wyższej i poznać ogromną rolę pracy własnej (wyrabianie umiejętności samokształcenia). Student powinien wdrożyć się do pracy w zespole poprzez wspólne rozwiązywanie problemów oraz poszukiwania informacji koniecznej do jego rozwiązywania. Student powinien kształcić logiczne, twórcze i krytyczne myślenie. Powinien zdobyć umiejętność dyskusji, oceny informacji oraz precyzyjnego formułowania wypowiedzi. Powinien mieć świadomość, że prawa i zasady fizyki określają przebieg zjawisk wokół nas. Znajomość zagadnień fizycznych, obejmująca zakres realizowanego materiału, pozwala na rozwiązywanie problemów technicznych, diagnostykę czy też samodzielną pracę naukową, przygotowuje do samodzielnej analizy problemu, zrozumienia i rozwiązania go z zastosowaniem poznanych praw fizycznych i metod obliczeniowych. Student otrzymuje niezbędną znajomość fizycznych podstaw działania sprzętu medycznego stosowanego w diagnostyce lekarskiej oraz różnych rodzajach terapii.</p>	<p>[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>

	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
[FIZMEDL3_K05] rozumie potrzebę i znaczenie popularyzacji wiedzy fizycznej	<p>Student ma świadomość ograniczeń i braków wiedzy wyniesionej ze szkoły średniej. Powinien również wiedzieć, na czym polega różnica pomiędzy uczeniem się w szkole a studiowaniem na uczelni wyższej i poznać ogromną rolę pracy własnej (wyrabianie umiejętności samokształcenia).</p> <p>Student powinien wdrożyć się do pracy w zespole poprzez wspólne rozwiązywanie problemów oraz poszukiwania informacji koniecznej do jego rozwiązywania.</p> <p>Student powinien kształcić logiczne, twórcze i krytyczne myślenie. Powinien zdobyć umiejętność dyskusji, oceny informacji oraz precyzyjnego formułowania wypowiedzi.</p> <p>Powinien mieć świadomość, że prawa i zasady fizyki określają przebieg zjawisk wokół nas.</p> <p>Znajomość zagadnień fizycznych, obejmująca zakres realizowanego materiału, pozwala na rozwiązywanie problemów technicznych, diagnostykę czy też samodzielną pracę naukową, przygotowuje do samodzielnej analizy problemu, zrozumienia i rozwiązania go z zastosowaniem poznanych praw fizycznych i metod obliczeniowych.</p> <p>Student otrzymuje niezbędną znajomość fizycznych podstaw działania sprzętu medycznego stosowanego w diagnostyce lekarskiej oraz różnych rodzajach terapii.</p>	[SK1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SK3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna	
[FIZMEDL3_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	<p>Student zna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teorie fizyczne powstałe w XX wieku i doświadczenia je weryfikujące,</li> <li>- podstawowe wzory w obrębie fizyki atomowej, molekularnej i jądrowej,</li> <li>- budowę materii,</li> <li>- teorie cząstek elementarnych,</li> <li>- problem dualizmu falowo-korpuskularnego</li> <li>- podstawy mechaniki kwantowej koniecznych do zrozumienia podstaw działania aparatury radiodiagnostycznej oraz oddziaływania promieniowania z materią.</li> </ul>	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna	
[FIZMEDL3_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	<p>Student zna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teorie fizyczne powstałe w XX wieku i doświadczenia je weryfikujące,</li> <li>- podstawowe wzory w obrębie fizyki atomowej, molekularnej i jądrowej,</li> <li>- budowę materii,</li> <li>- teorie cząstek elementarnych,</li> <li>- problem dualizmu falowo-korpuskularnego</li> <li>- podstawy mechaniki kwantowej koniecznych do zrozumienia podstaw działania aparatury radiodiagnostycznej oraz oddziaływania promieniowania z materią.</li> </ul>	[SW4] test/egzamin - ustny lub pisemny [SW1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja [SW3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna	

	<table border="1"> <tr> <th>Efekt kierunkowy</th> <th>Efekt z przedmiotu</th> <th>Sposób weryfikacji i oceny efektu</th> </tr> <tr> <td>[FIZMEDL3_U06] potrafi wykorzystać formalizm fizyki kwantowej do opisu zjawisk fizycznych w mikroświecie</td> <td> <p>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych;</p> <p>Potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń;</li> <li>- rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji;</li> <li>- dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.;</li> <li>- dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne</li> </ul> </td> <td> <p>[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja</p> <p>[SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p> </td> </tr> </table>	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	[FIZMEDL3_U06] potrafi wykorzystać formalizm fizyki kwantowej do opisu zjawisk fizycznych w mikroświecie	<p>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych;</p> <p>Potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń;</li> <li>- rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji;</li> <li>- dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.;</li> <li>- dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne</li> </ul>	<p>[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja</p> <p>[SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>							
Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu												
[FIZMEDL3_U06] potrafi wykorzystać formalizm fizyki kwantowej do opisu zjawisk fizycznych w mikroświecie	<p>Student pogłębił umiejętność analizowania i wyjaśniania obserwowanych zjawisk i procesów fizycznych;</p> <p>Potrafi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzyć i weryfikować modele zjawisk ze świata rzeczywistego oraz posługiwania się nimi w celu prognozowania zdarzeń;</li> <li>- rozwiązywać zadania rachunkowe (kilkoma metodami) z fizyki na poziomie wyższym niż szkolny posługując się przy tym odpowiednim aparatem matematycznym stosując poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- weryfikować wiarygodność informacji uzyskanych z zewnątrz w oparciu o poznane prawa i zasady fizyki;</li> <li>- posiada umiejętność krytycznej selekcji informacji;</li> <li>- dostrzec znaczenie fizyki dla medycyny, techniki itp.;</li> <li>- dyskutować na temat zjawisk fizycznych w obrębie fizyki współczesne</li> </ul>	<p>[SU1] wypowiedź ustna/rozmowa/ dyskusja</p> <p>[SU3] opracowanie tekstowe/ praca pisemna</p>												
Treści przedmiotu	<p>A. Problematyka wykładu: Promieniowanie ciała doskonale czarnego, trudności podejścia klasycznego, model Plancka; Zjawisko fotoelektryczne, zjawisko Comptona; Dyfrakcja i interferencja fotonów i cząstek - omówienie eksperymentów. Dualizm falowo-korpuskularny; Fale materii - hipoteza de Broglie'a, prędkość fazowa i prędkość grupowa fal de Broglie'a, Mikroskop elektronowy; Interpretacja Borna funkcji falowej. Zasada nieoznaczoności Heisenberga, zasada odpowiedniości. Równanie Schrödingera dla zagadnień jednowymiarowych: Cząstka swobodna, jama potencjału, efekt tunelowy, mikroskop tunelowy; Poziomy energetyczne kwantowego oscylatora harmonicznego. Wartości własne dla kwadratu momentu pędu i jego rzutu. Porównanie z oscylatorem klasycznym; Atom wodoru: Poziomy energetyczne atomu wodoru; Widma emisyjne i absorpcyjne, serie widmowe, energia jonizacji, doświadczenie Francka-Hertza Porównanie modelu Bohra z modelem kwantowym. Spin cząstek: Doświadczenie Sterna-Gerlacha, spin; Zakaz Pauliego, fermiony i bozony, statystyki kwantowe; Sprzężenie spin-orbita. Atomy w zewnętrznym polu magnetycznym i elektrycznym; widma rentgenowskie, magnetyczny rezonans jądrowy; Lasery i ich zastosowanie w medycynie; struktura poziomów energetycznych w ciele stałym; pasma energetyczne; przewodnictwo; półprzewodniki i złącza z-p; dioda LED, laser złączowy, fotodioda; nadprzewodnictwo, efekt Meissnera; struktura energetyczna cząsteczek; absorpcja i luminescencja; Spektroskopowe metody analityczne; nanotechnologia</p>													
Wymagania wstępne i dodatkowe	<p>A. Wymagania formalne Wpis na 4 semestr</p> <p>B. Wymagania wstępne Znajomość mechaniki klasycznej, optyki, elektryczności i magnetyzmu na poziomie pierwszych trzech semestrów.</p>													
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>kolokwium</td> <td>51.0%</td> <td>25.0%</td> </tr> <tr> <td>egzamin</td> <td>51.0%</td> <td>50.0%</td> </tr> <tr> <td>kartkówki</td> <td>51.0%</td> <td>25.0%</td> </tr> </tbody> </table>		Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	kolokwium	51.0%	25.0%	egzamin	51.0%	50.0%	kartkówki	51.0%	25.0%
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej												
kolokwium	51.0%	25.0%												
egzamin	51.0%	50.0%												
kartkówki	51.0%	25.0%												

Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć (zdania egzaminu):</p> <p>A.1. wykorzystywana podczas zajęć</p> <p>1.D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki T 5, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003</p> <p>2. B. Jaworski, A. Dietlaf, Kurs fizyki,T. 3, PWN W-wa 1984.</p> <p>A.2. studiowana samodzielnie przez studenta</p> <p>1. H. Haken, H. Wolf , Atomy i kwanty, PWN, 1997.</p> <p>2. H. Haken, H. Wolf , Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej,PWN, 1998.</p> <p>3. R. Eisberg, R. Resnick, Fizyka kwantowa, PWN,1983</p> <p>4. R. Kelsall, I. Hamley, M.Geoghegan, Nanotechnologie, Wydawnictwo Naukowe PAN2008</p>
	Uzupełniająca lista lektur	.R.P. Feynman, Leighton, Sands , Feynmana wykłady z fizyki, T.3, PWN, 2011/2012
	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.