

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2025-2029...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Elementy mechaniki kwantowej
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Nauk Fizycznych
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	I rok/ II semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot podstawowy
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	dr hab. Paweł Jakubczyk, Prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Paweł Jakubczyk, Prof. UR

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
II	15	15							2

1.2. Sposób realizacji zajęć

☒ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

ZALICZENIE Z OCENĄ

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Student powinien mieć opanowany materiał z zakresu fizyki (mechanika, ruch drgający, elektryczność i magnetyzm), analizy matematycznej (rachunek różniczkowo-całkowy, równania różniczkowe) i algebry (przestrzenie wektorowe, macierze, wyznaczniki, zagadnienie własne).

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami współczesnej mechaniki kwantowej
C ₂	Omówienie formalizmu matematycznego stosowanego do opisu zjawisk rządzących mikroświatem
C ₃	Przekazanie wiedzy dotyczącej m. in.: „starej teorii kwantów”, oraz formalizmu współczesnej mechaniki kwantowej: zagadnienie własne dla operatorów, rozwiązanie równania Schrödingera dla oscylatora harmonicznego, układ okresowy pierwiastków, model Isinga

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student potrafi analizować i rozwiązywać proste zagadnienia związane z kwantowym opisem nanoświata	K_Wo2
EK_02	Student potrafi przygotować opracowanie pisemne dotyczące prostego zagadnienia z podstaw mechaniki kwantowej a następnie przedstawić je publicznie	K_Uo3
EK_03	Student potrafi wykorzystać przekaz słowny i graficzny treści nauczania z zakresu elementów mechaniki kwantowej oraz pozyskiwać wyselekcjonowane informacje pogłębiające jego dotychczasową wiedzę	K_Uo6
EK_04	Student podnosi swoje kompetencje w zakresie rozumienia najnowocześniejszych technologii opartych na zjawiskach kwantowych rozumiejąc przy tym potrzebę doksztalcania w tym zakresie	K_Ko1

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Stara teoria kwantów. Promieniowanie ciała doskonale czarnego. Zjawisko fotoelektryczne. Efekt Comptona. Falowe własności cząstek. Doświadczenie Francka-Hertza. Model atomu wg. Bohra
Matematyczne podstawy mechaniki kwantowej. Przestrzeń wektorowa; przestrzeń Hilberta. Operatory – zagadnienie własne; operatory hermitowskie. Postulaty mechaniki kwantowej. Interpretacja funkcji falowej. Zagadnienie własne operatora Hamiltona – równanie Schrödingera niezależne od czasu. Komutatory i zasada nieoznaczoności. Notacja Diraca (wektory bra i ket).
Atom wodoru w mechanice kwantowej. Równanie Schrödingera dla cząstki w polu centralnym. Liczby kwantowe atomu wodoru.
Układ okresowy pierwiastków. Budowa układu okresowego pierwiastków; obsadzanie powłok elektronowych.
Proste zagadnienia kwantowe. Układy spinowe – model Isinga.

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Rozwiązywanie zadań dotyczących „Starej teorii kwantów” - promieniowanie ciała doskonale czarnego; - zjawisko fotoelektryczne; - efekt Comptona; - model atomu wg Bohra.
Matematyczne podstawy mechaniki kwantowej - operatory – rozwiązywanie zagadnienia własnego; - zagadnienie własne operatora Hamiltona – równanie Schrödingera niezależne od czasu dla prostych przypadków; - równanie Schrödingera zależne od czasu; - komutatory podstawowych operatorów; zasada nieoznaczoności.
Atom wodoru w mechanice kwantowej - liczby kwantowe atomu wodoru; - obsadzanie powłok elektronowych.
Rozwiązywanie prostych zadań z mechaniki kwantowej. Analiza średniego namagnesowania w modelu Isinga.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną; rozwiązywanie zadań.

Ćwiczenia: na ćwiczeniach rachunkowych będą rozwiązywane zadania zgodne z tematyką zagadnień omawianych podczas wykładów.

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium	w, ćw
EK_02	obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium	w, ćw
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium	w, ćw
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium	w, ćw

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie poprzez kolokwia, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Potwierdzi ona stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów.

Ćwiczenia – ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen z 2 kolokwii w semestrze. Brana jest także pod uwagę aktywność studenta na zajęciach.

Punktacja: dst 51-60% pkt.; +dst 61-70% pkt.; db 71-80% pkt.; +db 81-90% pkt.; bdb 91-100% pkt.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	18
SUMA GODZIN	50
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	2

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Shankar R., Mechanika kwantowa, PWN, Warszawa 2006.
2. Szpikowski S., Podstawy mechaniki kwantowej, Wyd. UMCS, Lublin 2006.
3. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M., Feynmana wykłady z fizyki; t. 3, PWN, 2001

Literatura uzupełniająca:

1. Liboff R.L., Wstęp do mechaniki kwantowej, PWN, Warszawa 1987.
2. Matthews P.T., Wstęp do mechaniki kwantowej, PWN, Warszawa 1997.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

