Załącznik nr 1.5 do Zarządzenia Rektora UR nr 61/2025

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA *2025-2027*
(skrajne daty)
Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Mechanika kwantowa
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia drugiego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarna
Rok i semestr/y studiów	II rok, 2 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy I do wyboru
Język wykładowy	polski
Koordynator	Dr inż. Ewa Bobko
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr inż. Ewa Bobko, dr Krzysztof Kucab

***** *-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**
2	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)

Wykład- zaliczenie bez oceny,
Ćwiczenia- zaliczenie na ocenę

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw fizyki klasycznej, analizy matematycznej i algebry liniowej.

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z nowoczesnym sformułowaniem praw fizyki kwantowej.
C2	Omówienie metod matematycznych stosowanych do opisu zjawisk rządzących mikroświatem.
C3	Przekazanie wiedzy dotyczącej m. in.: „starej teorii kwantów", oraz formalizmu współczesnej mechaniki kwantowej: zagadnienie własne dla operatorów, rozwiązanie równania Schrödingera dla prostych przypadków fizycznych, układ okresowy pierwiastków – kwantowomechaniczny opis budowy.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student/Studentka zna i rozumie w pogłębionym zakresie rachunek różniczkowy i całkowy oraz algebrę w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów poruszanych na zajęciach związanych z opisem mikroświata.	K_W01
EK_02	Student/Studentka zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu metodyki badań struktury i właściwości fizycznych materii. Dodatkowo zna i rozumie powiązania innych kierunków studiów z inżynierią materiałową, nowymi materiałami i nanotechnologią	K_W02 K_W06
EK_03	Student/Studentka potrafi korzystać z przekazu słownego i graficznego treści nauczania; potrafi pozyskiwać informacje dotyczące mechaniki kwantowej, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski w oparciu o poznane twierdzenia i metody oraz formułować i uzasadniać opinie pozwalające powiązać podstawy teorii z zastosowaniami inżynierskimi.	K_U01
EK_04	Student/Studentka rozwija krytyczne myślenie dzięki wiedzy o zjawiskach kwantowych, które często wydają się paradoksalne i sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem, zachowuje otwartość na nowe	K_U06 K_U012

	rozwiązanie i potrzebę racjonalnej analizy zjawisk na podstawie faktów doświadczalnych i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie inżynierii materiałowej	
EK_05	Student/Studentka rozwija kreatywność oraz odwagę formułowania nieszablonowych wniosków i nowatorskich opinii, docenia konieczność pracy zespołowej	K_K01 K_K03

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. Równanie Schrödingera zależne od czasu. Zagadnienie własne operatora Hamiltona – równanie Schrödingera niezależne od czasu. Komutatory i zasada nieoznaczoności. Notacja Diraca (wektory bra i ket).
Wybrane zagadnienia kwantowe. Jednowymiarowa studnia potencjału (skończone i nieskończone wartości potencjału); oscylator harmoniczny.
Układ okresowy pierwiastków. Budowa układu okresowego pierwiastków; obsadzanie powłok elektronowych.
Paradoksy i „problemy" mechaniki kwantowej. Interpretacje podstaw MK; paradoks EPR; nierówność Bella; doświadczenie Aspecta.
Cząstki identyczne. Stany symetryczne i antysymetryczne; bozony i fermiony; zakaz Pauliego; przestrzeń Hilberta stanów S i A.

B. Problematyka ćwiczeń,

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.
Rozwiązywanie wybranych zadań z mechaniki kwantowej - jednowymiarowa studnia potencjału (skończone i nieskończone wartości studni potencjału);

- oscylator harmoniczny.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacja multimedialną,
Ćwiczenia: na ćwiczeniach rachunkowych będą rozwiązywane przy tablicy 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	Test końcowy, kolokwia	W, Ćw.
EK_02	Kolokwia, obserwacja studenta w trakcie zajęć	Ćw.
EK_03	Obserwacja studenta w trakcie zajęć	Ćw.
EK_04	Test końcowy, kolokwia, obserwacja studenta w trakcie zajęć	W, Ćw.
EK_05	Obserwacja studenta w trakcie zajęć	Ćw.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi 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.

Wykład – zaliczenie na podstawie obecności i testu końcowego. Test końcowy będzie miał formę pytań zamkniętych na platformie MS-Teams przygotowanych wcześniej przez prowadzącego zajęcia. Aby go zaliczyć należy odpowiedzieć pozytywnie na minimum 51% pytań. Nieobecności usprawiedliwione są odrabiane przez studenta w formie referatu przedstawiającego zagadnienia omawiane na opuszczonych zajęciach.

Ćwiczenia – ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen z 2 kolokwiów 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)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	23
SUMA GODZIN	56
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	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. R. Shankar, Mechanika kwantowa, PWN, Warszawa 2006.
2. R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, Feynmana wykłady z fizyki; t. 3, PWN, Warszawa 2004.
3. H. Haken, H. Ch. Wolf, Atomy i kwanty, PWN, Warszawa 2002.

Literatura uzupełniająca:

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

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej