Załącznik nr 1.5 do Zarządzenia Rektora UR nr 12/2019

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA *2019/20 – 2020/21*
(skrajne daty)
Rok akademicki 2019/2020

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	**Fizyka kwantowa**
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych / Instytut Nauk Fizycznych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	Studia drugiego stopnia, po studiach inż.
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok I, semestr 1
Rodzaj przedmiotu	Kierunkowy
Język wykładowy	Polski
Koordynator	**dr Krzysztof Kucab**
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	

***** *-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**
1	30	45							**5**

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 – EGZAMIN,
ĆWICZENIA – ZALICZENIE Z OCENĄ

2.WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw mechaniki klasycznej oraz kwantowej; znajomość podstaw analizy matematycznej oraz algebry liniowej.

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Omówienie teorii spinu ½.
C2	Omówienie podstawowych metod przybliżonych stosowanych w mechanice kwantowej.
C3	Omówienie niektórych zastosowań mechaniki kwantowej w medycynie.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia związane z teorią spinu oraz podstawowymi metodami przybliżonymi stosowanymi w mechanice kwantowej jak również pojęcia związane z teorią macierzy oraz przestrzeniami wektorowymi w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów związanych z fizyką kwantową, o wysokim poziomie złożoności.	K_W01, K_W02
EK_02	Absolwent zna i rozumie techniki doświadczalne i obserwacyjne oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla fizyki kwantowej jak również teoretyczne podstawy metod obliczeniowych stosowanych w rozwiązywaniu zadań z fizyki kwantowej.	K_W03, K_W04
EK_03	Absolwent zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju, najnowsze odkrycia oraz fundamentalne dylematy współczesnego rozwoju fizyki kwantowej	K_W06, K_W07
EK_04	Absolwent potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe	K_U02
EK_05	Absolwent jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy i potrzeby zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu związanego z fizyką kwantową	K_K02
EK_06	Absolwent jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla fizyki, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz rozwijania dorobku zawodowego	K_K06

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Zajęcia wprowadzające. Rys historyczny rozwoju fizyki kwantowej, omówienie sposobów dostępu do czasopism naukowych związanych z fizyką dostępnych w UR.

2. Podstawy teorii spinu ½ (postulaty teorii Pauliego, własności spinu ½, macierze Pauliego, operatory spinu ½, spin w dowolnym kierunku, spinory).
3. Elementy relatywistycznej MK (dynamika spinu – magneton jądrowy, magneton Bohra, spinowy moment magnetyczny, równanie Kleina-Gordona, równanie Diraca dla cząstki swobodnej, oddziaływanie elektromagnetyczne cząstki Diraca).
4. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu (przypadek niezdegenerowany i zdegenerowany, efekt Zeemana) .
5. Zasada wariacyjna (teoria, stan podstawowy atomu helu, cząsteczka wodoru).
6. Przybliżenie WKB (teoria, tunelowanie).
7. Rachunek zaburzeń zależny od czasu (układ dwupoziomowy, emisja i absorpcja promieniowania, emisja spontaniczna).
7. „Problemy" mechaniki kwantowej (paradoks EPR, nierówności Bella).
8. Zastosowanie mechaniki kwantowej w medycynie.

B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

Treści merytoryczne
Na ćwiczeniach poruszana jest problematyka zgodna z problematyką wykładów. Studenci rozwiązują zadania rachunkowe ściśle skorelowane z treściami poruszanymi na wykładzie. Poruszane zagadnienia: 1. Podstawy teorii spinu ½. 2. Elementy relatywistycznej MK. 3. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. 4. Zasada wariacyjna. 5. Przybliżenie WKB. 6. Rachunek zaburzeń zależny od czasu.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.
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	Egzamin pisemny; obserwacja w trakcie zajęć; kolokwium	w., ćw.
EK_ 02	Egzamin pisemny; obserwacja w trakcie zajęć; kolokwium	w., ćw.
EK_ 03	Obserwacja w trakcie zajęć	ćw.
EK_ 04	Obserwacja w trakcie zajęć	ćw.
EK_ 05	Obserwacja w trakcie zajęć	ćw.
EK_ 06	Obserwacja w trakcie zajęć	ćw.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie poprzez egzamin, 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.

Wykład – obecność na minimum 80% zajęć; egzamin pisemny składa się z 5 pytań. Każde pytanie podzielone jest na część teoretyczną i obliczeniową. Za każde zadanie student może otrzymać maksymalnie 6 punktów (3 punkty za część teoretyczną i 3 punkty za część obliczeniową). W celu zaliczenia egzaminu pisemnego należy uzyskać minimum 51% punktów.

Punktacja:

Liczba punktów	Ocena
28 – 30	5.0
25 – 27	4.5
22 – 24	4.0
19 – 21	3.5
16 – 18	3.0

Ćwiczenia – ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen z dwóch kolokwiów. Oba kolokwia muszą być zaliczone. Brana jest także pod uwagę aktywność studenta na zajęciach. Sposób punktacji kolokwium podawany jest z odpowiednim wyprzedzeniem.

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 kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	75
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	45
SUMA GODZIN	125
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	**5**

** 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. R. Shankar, *Mechanika kwantowa*, PWN, 2006.
2. A.S. Dawydow, *Mechanika kwantowa*, PWN, 1969.
3. L. Landau, E. Lifszyc, *Mechanika kwantowa*, PWN 1986.
4. L. Susskind, A. Freideman, *Mechanika kwantowa: teoretyczne minimum*, Prószyński Media, 2016.
5. J.B. Brojan, J. Mostowski, K. Wódkiewicz, *Zbiór zadań z mechaniki kwantowej*, PWN 1978.

Literatura uzupełniająca:

1. R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, Feynmana wykłady z fizyki, t.3, 2001.
2. J.J. Sakurai, Modern quantum mechanics, Addison-Wesley, 1994.
3. S. Flügge, Practical Quantum Mechanics, 1958.
4. J.-L. Basdevant, J. Dalibard, *Quantum Mechanics*, Springer, 2002.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej