

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2019/20 – 2020/21

(skrajne daty)

Rok akademicki 2019/2020

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Fizyka kwantowa</b>
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
Koordinator	<b>dr Krzysztof Kucab</b>
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 $\frac{1}{2}$ .
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_Wo1, K_Wo2
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_Wo3, K_Wo4
EK_03	Absolwent zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju, najnowsze odkrycia oraz fundamentalne dylematy współczesnego rozwoju fizyki kwantowej	K_Wo6, K_Wo7
EK_04	Absolwent potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe	K_Uo2
EK_05	Absolwent jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy i potrzeby zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu związanego z fizyką kwantową	K_Ko2
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_Ko6

#### 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 dostępnymi w UR.

2. Podstawy teorii spinu $\frac{1}{2}$ (postulaty teorii Pauliego, własności spinu $\frac{1}{2}$ , macierze Pauliego, operatory spinu $\frac{1}{2}$ , 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 poruszonymi na wykładzie. Poruszane zagadnienia: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawy teorii spinu <math>\frac{1}{2}</math>.</li> <li>2. Elementy relatywistycznej MK.</li> <li>3. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu.</li> <li>4. Zasada wariacyjna.</li> <li>5. Przybliżenie WKB.</li> <li>6. Rachunek zaburzeń zależny od czasu.</li> </ol>

### 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
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</b>

\* 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