

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna - New

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT new

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie Komputerowe - New, Nowoczesne materiały i nanotechnologie - New

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika mikroświata
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Mechanics at the Microscopic Scale
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT NEW oIIS C1 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	1

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKLAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
1	30	30	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zrozumienie kwantowych podstaw opisu mikroskopowego świata i ich znaczenia dla postępu technologicznego w inżynierii materiałowej.

**Cel 2** Wykorzystanie nowoczesnych technologii w rozwoju współczesnego poglądu na fizykę mikroświata.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Podstawy analizy matematycznej
- 2 Podstawy algebry liniowej
- 3 Podstawy fizyki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich, a w szczególności w inżynierii materiałowej.

**EK2 Umiejętności** Wykorzystanie nowoczesnych technologii komputerowych do symulacji i wizualizacji kwantowych właściwości materii.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność opisu rozmaitych zjawisk mikroświata w języku fizyki kwantowej.

**EK4 Wiedza** Wiedza z zakresu najnowszych badań fizyki układów w skali atomowej i układów fizycznych wykazujących kwantowe właściwości.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Proste zagadnienia i problemy teoretyczne z zakresu fizyki mikroświata - przykłady kształcącej umiejętności rozwiązywania problemów w języku matematyki. Wykorzystanie platformy e-learning ELF PK	15
<b>C2</b>	Wykorzystanie narzędzi komputerowych do wizualizacji zjawisk i rozwiązywania prostych problemów z zakresu mechaniki mikroświata (Maple, MATLAB, COMSOL Multiphysics). Wykorzystanie Platformy e-learning ELF PK.	15

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Podstawy klasycznego i kwantowego opisu mikroświata: Układy klasyczne i ich opis. Ewolucja układów złożonych. Klasyczny opis statystyczny. Promieniowanie termiczne. Dualizm falowo-korpuskularny.	6
<b>W2</b>	Opis matematyczny mechaniki mikroświata: Cząstka swobodna w studni potencjału. Falowe właściwości materii. Równanie Schroedingera. Operatory kwantowe i funkcje falowe. Przykłady układów i zjawisk w ujęciu równania Schroedingera. Kwantowy oscylator harmoniczny. Tunelowanie kwantowe.	6

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W3</b>	Podejście aksjomatyczne w mechanice kwantowej: Sformułowanie aksjomatów. Konsekwencje fizyczne poszczególnych aksjomatów. Pomiar fizyczny kwantowy i klasyczny. Zasada nieoznaczoności. Kwantowe zespoły statystyczne a macierz gęstości.	6
<b>W4</b>	Mechanika atomu wodoru: Symetrie w klasycznym i kwantowym opisie atomu wodoru. Energie stanów związanych w podejściu opartym na teorii grup. Równanie Schroedingera dla atomu wodoru. Stany własne i funkcje falowe. Atom wodoru w obrazach. Atomy Rydberga. Struktura subtelna i nadsubtelna atomu wodoru. Równanie Kleina-Gordona. Równanie Diraca.	6
<b>W5</b>	Metody przybliżone w opisie zjawisk mikroświata: Atom helu. Metody wariacyjne. Metoda półklasyczna Wentzela-Kramersa-Brillouina. Rachunek zaburzeń. Podsumowanie - potrzeba w pełni kwantowego opisu oddziaływania światła i materii.	6

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania problemowe

**N4** Zadania projektowe

**N5** Platforma e-learning

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
platforma e-learning	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Ocena z przedmiotu w oparciu o wskaźnik procentowy osiągniętych efektów uczenia się. Egzamin z wykorzystaniem platformy e-learning.

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Zadanie problemowe

F3 Projekt indywidualny

F4 Aktywność

F5 Egzamin

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena końcowa na podstawie średniej ważonej ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Osiągnięcie przedmiotowych efektów uczenia się w co najmniej minimalnym stopniu

W2 Pozytywnie zdany egzamin

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA**

B1 Aktywność na platformie e-learning w obrębie kursu wspomagającego przedmiot Mechanika mikroświata

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik efektów uczenia się poniżej 51%. Brak wystarczającej wiedzy z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich.
NA OCENĘ 3.0	Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich opanowana w stopniu dostatecznym. Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 51%-60%.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 61%-70%. Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich opanowana w stopniu dość dobrym.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 71%-80%. Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich opanowana w stopniu dobrym.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 81%-90%. Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich opanowana w stopniu dość dobrym.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza z zakresu fizyki mikroświata niezbędna w zastosowaniach inżynierskich opanowana w stopniu bardzo dobrym. Wskaźnik ogólny efektów uczenia się 91% lub wyższy.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik efektów poniżej 51%. Brak umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata opanowane w stopniu dostatecznym. Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 51%-60%.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 61%-70%. Umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata opanowane w stopniu dość dobrym.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 71%-80%. Umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata opanowane w stopniu dobrym.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 81%-90%. Umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata opanowane w stopniu ponad dobrym.
NA OCENĘ 5.0	Umiejętności wykorzystania technologii multimedialnych w wizualizacjach graficznych obiektów z mikroświata opanowane w stopniu bardzo dobrym. Wskaźnik ogólny efektów uczenia się 91% lub wyższy.

EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik efektów poniżej 51%. Brak wystarczającej umiejętności opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej opanowana w stopniu dostatecznym. Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 51%-60%.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 61%-70%. Umiejętność opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej opanowana w stopniu dość dobrym.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 71%-80%. Umiejętność opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej opanowana w stopniu dobrym.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 81%-90%. Umiejętność opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej opanowana w stopniu ponad dobrym.
NA OCENĘ 5.0	Umiejętność opisu mikroświata w języku fizyki kwantowej opanowana w stopniu bardzo dobrym. Wskaźnik ogólny efektów uczenia się 91% lub wyższy.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik efektów poniżej 51%. Brak wystarczającej wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych.
NA OCENĘ 3.0	Wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych opanowana w stopniu dostatecznym. Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 51%-60%.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 61%-70%. Wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych opanowana w stopniu dość dobrym.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 71%-80%. Wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych opanowana w stopniu dobrym.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik efektów uczenia się w przedziale 81%-90%. Wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych opanowana w stopniu ponad dobrym.
NA OCENĘ 5.0	Wiedzy z zakresu współczesnych badań fizyki układów atomowych opanowana w stopniu bardzo dobrym. Wskaźnik ogólny efektów uczenia się 91% lub wyższy.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01 K_W03 K_W09b K_W10	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N5	F1 F2 F3 F5 P1
EK2	K_U01b K_U03b K_U08b K_U09	Cel 1 Cel 2	C1 C2 W3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK3	K_U01b K_U03b K_U04b K_U08b K_U09	Cel 2	W3 W4 W5	N1 N2 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK4	K_W06 K_W09b K_W10 K_K01 K_K04	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N4 N5	F1 F2 F3 F5 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Ramamurti Shankar** — *Mechanika kwantowa*, Warszawa, 2007, PWN
- [2] | **K. Wódkiewicz, J.B. Brojan, J. Mostowski** — *Zbiór zadań z mechaniki kwantowej*, Warszawa, 1978, PWN
- [3] | **Stanisław Kryszewski** — *Mechanika kwantowa*, Gdańsk, 2018, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **H. Ch. Wolf, H. Haken** — *Atomy i kwanty. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | **G. Auletta, M. Fortunato, G. Parisi** — *Quantum Mechanics*, Cambridge, 2009, Cambridge University Press

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **Stephen T. Thornton, Andrew Rex** — *Modern Physics for Scientists and Engineers*, Boston, 2013, Cengage Learning

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Robert Gębarowski (kontakt: rgebarowski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Robert Gębarowski (kontakt: rgebarowski@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....