

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020/2021-2023/2024

(skrajne daty)

Rok akademicki 2021/2022

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

|   |   |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu                                      | <b>Elementy fizyki kwantowej i budowy materii</b> |
| Kod przedmiotu*                                       |   |
| Nazwa jednostki prowadzącej kierunek                  | Kolegium Nauk Przyrodniczych                      |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot                | Kolegium Nauk Przyrodniczych                      |
| Kierunek studiów                                      | Systemy diagnostyczne w medycynie                 |
| Poziom studiów  | studia pierwszego stopnia, inż.                   |
| Profil  | ogólnoakademicki                                  |
| Forma studiów   | stacjonarne                                       |
| Rok i semestr/y studiów                               | rok II, semestr 3                                 |
| 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 |
|--------------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|---------------|------------------|
| 3            | 30    | 30  |       |      |      |    |        |               | 6                |

**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**

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 <sub>1</sub> | zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami współczesnej mechaniki kwantowej  |
| C <sub>2</sub> | omówienie metod matematycznych stosowanych do opisu zjawisk rządzących mikroświatem   |
| C <sub>3</sub> | 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 |

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu  | Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup> |
|------------------------|---|--|
| EK_01                  | student zna i rozumie rachunek różniczkowy i całkowy oraz algebrę w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów związanych z opisem mikroświata poruszanych na zajęciach                              | K_W01  |
| EK_02                  | student zna i rozumie podstawowe twierdzenia i prawa dotyczące formalizmu fizyki kwantowej, w szczególności dotyczące operatorów, studni kwantowej i oscylatora harmonicznego   | K_W02  |
| EK_03                  | student potrafi analizować problemy fizyki kwantowej (zagadnienia własne dla operatorów, równanie Schrödingera dla studni potencjału oraz oscylatora harmonicznego) oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody | K_U01  |
| EK_04                  | student jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy i potrzeby zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego zagadnień związanych z fizyką kwantową                              | K_K01  |

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

|  |
|--|
| <b>Treści merytoryczne</b>   |
| <b>Stara teoria kwantów.</b> Promieniowanie ciała doskonale czarnego. Zjawisko fotoelektryczne. Efekt Comptona. Falowe własności cząstek. Doświadczenie Francka-Hertza. Model atomu wg Bohra   |
| <b>Matematyczne podstawy mechaniki kwantowej.</b> Przestrzeń wektorowa; przestrzeń Hilberta. Operatory – zagadnienie własne; operatory hermitowskie. Postulaty mechaniki kwantowej. Interpretacja funkcji falowej. Zagadnienie własne operatora Hamiltona – równanie Schrödingera niezależne od czasu. Równanie Schrödingera zależne od czasu. |

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

|   |
|---|
| Komutatory i zasada nieoznaczoności. Notacja Diraca (wektory bra i ket)   |
| <b>Proste zagadnienia kwantowe.</b> Jednowymiarowa studnia potencjału (skończone i nieskończone wartości bariery potencjału). Oscylator harmoniczny                               |
| <b>Atom wodoru w mechanice kwantowej.</b> Równanie Schrödingera dla cząstki w polu centralnym. Liczby kwantowe atomu wodoru. Zastosowanie własności spinu w obrazowaniu medycznym |
| <b>Układ okresowy pierwiastków.</b> Budowa układu okresowego pierwiastków; obsadzanie powłok elektronowych  |

#### B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

|   |
|---|
| <b>Treści merytoryczne</b>  |
| Rozwiązywanie zadań dotyczących „Starej teorii kwantów”<br>- promieniowanie ciała doskonale czarnego;<br>- zjawisko fotoelektryczne;<br>- efekt Comptona;<br>- model atomu wg Bohra.  |
| Matematyczne podstawy mechaniki kwantowej<br>- operatory – rozwiązywanie zagadnienia własnego;<br>- zagadnienie własne operatora Hamiltona – równanie Schrödingera niezależne od czasu dla prostych przypadków;<br>- równanie Schrödingera zależne od czasu;<br>- komutatory podstawowych operatorów; zasada nieoznaczoności. |
| Rozwiązywanie prostych zadań z mechaniki kwantowej<br>- jednowymiarowa studnia potencjału (skończone i nieskończone wartości bariery potencjału);<br>- oscylator harmoniczny.   |
| Atom wodoru w mechanice kwantowej<br>- liczby kwantowe atomu wodoru;<br>- obsadzanie powłok elektronowych.  |

### 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<br>(np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć dydaktycznych<br>(w., ćw., ...) |
|---------------|---|---|
| EK_01         | obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium  | w., ćw.                                     |
| EK_02         | obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium  | w., ćw.                                     |
| EK_03         | obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium  | w., ćw.                                     |
| EK_04         | 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** – egzamin pisemny składa się z części teoretycznej i zadaniowej. W celu zaliczenia egzaminu pisemnego należy uzyskać min. 51% punktów z zadanych pytań, natomiast podczas egzaminu ustnego należy odpowiedzieć pozytywnie na min. 2 z 3 wylosowanych pytań. Końcowa ocena jest średnią ocen uzyskanych w części pisemnej i ustnej egzaminu z przedmiotu.

**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 kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów  | 60  |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)                             | 8   |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 82  |
| SUMA GODZIN   | 150   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>   | <b>6</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. 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