



UNIWERSYTET
IM. ADAMA MICKIEWICZA
W POZNANIU

Fizyka atomowa i molekularna z elementami fizyki kwantowej

Sylabus zajęć

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Fizyka medyczna Specjalność - Jednostka organizacyjna Wydział Fizyki Poziom studiów studia pierwszego stopnia Forma studiów studia stacjonarne Profil studiów profil ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2023/24 Kod zajęć 04FMES.14P.02793.23 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty podstawowe
Koordynator zajęć	Mateusz Gierszewski	
Prowadzący zajęcia	Mateusz Gierszewski	
Okres Semestr 3	Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia - Wykład: 30, Egzamin - Ćwiczenia: 30, Zaliczenie z oceną	Liczba punktów ECTS 5

Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Przedstawienie różnorodności zjawisk fizycznych ukazujących zachowanie materii w mikroskali
C2	Zrozumienie fundamentalnych różnic pomiędzy fizyką klasyczną a fizyką kwantową
C3	Zdobycie umiejętności posługiwania się narzędziami matematycznymi do analizy zjawisk kwantowych
C4	Przekazanie wiedzy z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej
C5	Omówienie efektów oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z materią
C6	Rozwiązywanie problemów rachunkowych dotyczących fizyki atomowej oraz molekularnej

Wymagania wstępne

Wymagana wiedza z zakresu następujących przedmiotów kierunkowych: Matematyka 1, Matematyka 2, Podstawy chemii, Elektryczność i magnetyzm (przedmioty kierunkowe)

Efekty uczenia się dla zajęć

Kod	Efekty uczenia się dla zajęć w zakresie	Efekty uczenia się dla kierunku	Metody weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się dla zajęć
Wiedzy - Student/ka:			
W1	zna: różnice pomiędzy oddziaływaniami specyficznymi oraz niespecyficznymi, podstawowe założenia modelu gazu doskonałego, różnice pomiędzy gazem doskonałym a rzeczywistym, kinetyczny model gazów i wynikające z niego konsekwencje dla zachowania gazów, podstawowe cechy układów dyspersyjnych	FME_K1_W01, FME_K1_W02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
W2	posiada wiedzę dotyczącą parametrów opisujących fale elektromagnetyczne, podziału widma promieniowania elektromagnetycznego, określenia energii fotonu	FME_K1_W01, FME_K1_W02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
W3	zna podstawowe cechy, charakter oraz własności widm atomowych i molekularnych; rozumie fizyczne podstawy spektroskopii atomowej i molekularnej	FME_K1_W01, FME_K1_W02, FME_K1_W04	Egzamin pisemny
Umiejętności - Student/ka:			
U1	Potrafi omówić i wyjaśnić fundamentalne różnice pomiędzy fizyką klasyczną a fizyką kwantową, podać przykłady faktów eksperymentalnych, które zapoczątkowały rozwój fizyki kwantowej	FME_K1_U01, FME_K1_U02, FME_K1_U03, FME_K1_U07, FME_K1_U08	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
U2	opisać rolę, jaką pełni mechanika kwantowa w zrozumieniu własności mikroświata; wyjaśnić elementarne koncepcje i prawa fizyczne rządzące własnościami materii na poziomie kwantowym, rozumie i stosuje fundamentalne równania mechaniki kwantowej	FME_K1_U01, FME_K1_U02, FME_K1_U07	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne
U3	potrafi wskazać na zastosowania praktyczne, w tym medyczne, spektroskopii atomowej oraz molekularnej, absorpcyjnej i emisyjnej	FME_K1_U01, FME_K1_U03, FME_K1_U06, FME_K1_U07	Egzamin pisemny

Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	• Podstawowe pojęcia i definicje, które charakteryzują atomy oraz cząsteczki (masa i rozmiary atomu) • Budowa atomu: jądro atomowe i elektrony, określanie składu jądra atomowego, liczba atomowa i liczba masowa, siły jądrowe • Definicja "izotopu", przykłady izotopów, średnia masa atomowa, bezwzględna masa atomowa, jednostka masy atomowej • Masa cząsteczkowa: obliczanie, pojęcie mola, masy molowej, stałej Avogadra • Konfiguracja elektronowa • Liczby kwantowe opisujące orbitale atomowe, spin elektronu, zakaz Pauliego i reguła Hunda • Układ okresowy pierwiastków chemicznych • Elektryczność, wiązania chemiczne	W1	Wykład, Ćwiczenia
2.	• Metody wyznaczania masy poszczególnych atomów • Metody wyznaczania stałej Avogadra: w oparciu o stałą gazową oraz stałą Boltzmanna • Sedymentacja, klarowanie, proces tworzenia agregatów, opadanie strefowe • Doświadczenie Perrina • Oddziaływania międzycząsteczkowe: specyficzne i niespecyficzne • Polarność cząsteczek • Moment dipolowy cząsteczki	W1	Wykład, Ćwiczenia
3.	• Gaz doskonały: podstawowa charakterystyka i właściwości • Stany gazów, równanie stanu gazu doskonałego • Prawa gazowe: prawo Boyle'a, prawo Charlesa, prawo Avogadra • Mieszanki gazów: pojęcie ciśnienia cząstkowego, prawo Daltona, ułamek molowy • Kinetyczny model gazów • Rozkład Maxwella • Gazy rzeczywiste: założenia, różnice względem gazu doskonałego • Oddziaływania międzycząsteczkowe w gazach rzeczywistych • Zależność energii potencjalnej dla dwóch cząsteczek od ich wzajemnej odległości • Współczynnik ściśliwości • Doświadczalne izotermy dla gazów rzeczywistych • Współczynniki wirialne • Wirialne równanie stanu • Temperatura Boyle'a • Skraplanie: interpretacja na podstawie izotermy danego gazu rzeczywistego • Stałe krytyczne • Płyn nadkrytyczny • Równanie van der Waalsa dla gazów rzeczywistych	W1	Wykład, Ćwiczenia

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
4.	• Kwantowanie energii, poziomy energetyczne • Kwantowanie energii a różne rodzaje ruchu • Poziom zdegenerowany a niezdegenerowany • Podstawowe parametry opisujące fale elektromagnetyczne: długość, częstość oraz liczba falowa • Podział widma promieniowania elektromagnetycznego • Energia fotonu • Rozkład Boltzmanna (założenia, wzór, interpretacja) • Podstawowe różnice pomiędzy mechaniką klasyczną a mechaniką kwantową • Promieniowanie ciała doskonale czarnego • Katastrofa nadfioletowa • Widmo absorpcyjne i emisyjne na przykładzie helu • Absorpcja i emisja promieniowania • Dualizm korpuskularno – falowy • Korpuskularny charakter promieniowania elektromagnetycznego: efekt fotoelektryczny • Falowa natura cząstek: doświadczenie Davissona - Germera • Falowa natura cząstek: relacja de Broglie’a (interpretacja)	W2, U1	Wykład, Ćwiczenia
5.	• Funkcja falowa: definicja • Równanie Schrödingera dla cząstki o masie „m” oraz energii „E” poruszającej się w jednym wymiarze • Równanie Schrödingera dla: (i) układu jednowymiarowego, (ii) trójwymiarowego, (iii) przypadku ogólnego • Interpretacja Borna funkcji falowej dla układu jednowymiarowego oraz trójwymiarowego • Prawdopodobieństwo znalezienia cząstki, odwzorowanie gęstości prawdopodobieństwa • Normalizowanie funkcji falowej. Stała normalizacyjna • Ograniczenia dotyczące funkcji falowej według interpretacji Borna • Wartości własne i funkcje własne • Informacja zawarta w funkcji falowej • Superpozycje i wartości spodziewane • Zasada nieoznaczoności Heisenberga	W3, U1, U2	Wykład, Ćwiczenia

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
6.	• Atom wodoropodobny a wieloelektronowy • Widmo atomowego wodoru: seria Lymana, Balmera, Paschena • Stała Rydberga dla wodoru • Diagram poziomów energii dla atomu wodoru • Zasada kombinacyjna Ritza • Warunek częstości Bohra • Model Bohra atomu wodoru • Atomy wodoropodobne: orbitale atomowe • Atomy wodoropodobne: poziomy energetyczne • Atomy wodoropodobne: energia jonizacji (wzór, definicja) • Pierwsza a druga energia jonizacji • Energia jonizacji – okresowość • Orbital typu „s”: charakterystyka • Radialne funkcje rozkładu • Promień najbardziej prawdopodobny • Orbitale typu „p”: charakterystyka • Orbitale typu „d”: charakterystyka • Przejścia spektralne i reguły wyboru • Struktura atomów wieloelektronowych: przybliżenie orbitalne • Przenikanie i ekranowanie, stała ekranowania, efekty i konsekwencje • Defekty kwantowe • Stan singletowy a stan trypletowy	W3, U1, U2	Wykład, Ćwiczenia

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
7.	• Spektrofotometria UV-Vis: czym się zajmuje, rejony UV-Vis (podział) • Prawa absorpcji • Luminescencja: definicja, podział • Fotoluminescencja: definicja, podział • Definicja fluorescencji oraz fosforescencji • Dezaktywacja bezpromienista • Diagram Jabłońskiego • Fotoluminescencja – cechy • Skala czasowa wybranych procesów fotofizycznych • Wydajność kwantowa fluorescencji • Wygaszanie fluorescencji • Widmo fluorescencji, widmo wzbudzenia • Oscylacja i rotacja • Struktura oscylacyjna • Zasada Francka-Condon • Fluorescencja: opis sekwencji procesów prowadzących do fluorescencji • Fosforescencja: opis sekwencji procesów prowadzących do fosforescencji • Sprzężenie spinowo-orbitalne • Widma czysto rotacyjne: moment bezwładności cząsteczki, właściwości rotacyjne, energia rotacji • Rotator sztywny: podział, założenia • Poziomy energii rotacji • Rotator sferyczny, rotator symetryczny, rotator liniowy • Rotacyjne reguły wyboru • Postać widm rotacyjnych • Oscylacje cząsteczek: drgania rozciągające, drgania zginające • Oscylator harmoniczny • Reguła wyboru dotycząca przejść oscylacyjnych • Drgania symetryczne a asymetryczne, oscylator anharmoniczny • Widma oscylacyjne cząsteczek	W3, U1, U3	Wykład, Ćwiczenia

Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień
Ćwiczenia	Dyskusja, Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych), Metoda ćwiczeniowa, Praca w grupach

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Ocena końcowa z egzaminu pisemnego zostanie ustalona na podstawie uzyskanego wyniku procentowego względem wszystkich możliwych do uzyskania punktów zgodnie z poniżej przedstawionymi progami procentowymi: • 0-50% ndst (2.0) • 51-60% dst (3.0) • 61-70% dst+ (3.5) • 71-80% db (4.0) • 81-90% db+ (4.5) • 91-100% bdb (5.0) 100% oznacza maksymalną liczbę punktów, którą można uzyskać z egzaminu pisemnego

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Ćwiczenia	W semestrze przewidziane są dwa kolokwia pisemne (kolokwium nr 1 oraz nr 2). Warunkiem klasyfikacji jest obecność na minimum 70% zajęciach oraz zaliczenia przynajmniej na ocenę dostateczną kolokwium nr 1 oraz nr 2. Ocena końcowa z kolokwium nr 1 oraz nr 2 zostanie ustalona na podstawie uzyskanego wyniku procentowego względem wszystkich możliwych do uzyskania punktów zgodnie z poniżej przedstawionymi progami procentowymi: 0-50% ndst (2.0) 51-60% dst (3.0) 61-70% dst+ (3.5) 71-80% db (4.0) 81-90% db+ (4.5) 91-100% bdb (5.0) 100% oznacza maksymalną liczbę punktów, którą można uzyskać z kolokwium nr 1 oraz nr 2 Aktywność na zajęciach: zgromadzenie minimum 7 plusów podczas zajęć umożliwia podniesienie o pół w górę, oceny końcowej z ćwiczeń. Następnie zostanie wyznaczona średnia arytmetyczna ocen z kolokwium nr 1 i kolokwium nr 2. Ocena końcowa zostanie wyznaczona na podstawie wartości średniej arytmetycznej zgodnie z następującymi progami, również z uwzględnieniem aktywności podczas ćwiczeń: do 3,40 – dostateczny (3,0) 3,41-3,80 – dostateczny+ (3,5) 3,81-4,20 – dobry (4,0) 4,21-4,60 – dobry+ (4,5) 4,61-5,0 – bardzo dobry (5,0)

Literatura

Obowiązkowa

1. D. Halliday , R. Resnick, J. Walker. Podstawy fizyki, tom 5, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2007)
2. L. Piel. Idee chemii kwantowej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2011)

Dodatkowa

1. P.A. Tipler, R.A. Llewellyn. Fizyka Współczesna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2012)
2. H. Haken, H.Ch. Wolf. Atomy i kwanty – wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (2002)

Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	30
Ćwiczenia	30
Przygotowanie do egzaminu	25
Przygotowanie do zaliczenia	25
Przygotowanie do zajęć	20
Czytanie wskazanej literatury	15

Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 145
Liczba punktów ECTS	ECTS 5

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FME_K1_U01	Absolwent/ka potrafi w oparciu o poznanie twierdzenia i metody badawcze potrafi analizować problemy z obszaru fizyki i medycyny oraz znajdować ich rozwiązania
FME_K1_U02	Absolwent/ka potrafi wykonywać analizy ilościowe oraz formułować na tej podstawie wnioski jakościowe
FME_K1_U03	Absolwent/ka potrafi wyszukać informacje niezbędne do właściwego analizowania lub interpretowania rozwiązywanego problemu badawczego, diagnostycznego lub terapeutycznego korzystając konwencjonalnych publikacji naukowych oraz elektronicznych baz danych
FME_K1_U06	Absolwent/ka potrafi przygotować opracowanie, przedstawiające określony problem z zakresu fizyki, biofizyki i nauk medycznych oraz sposoby jego rozwiązania stosując specjalistyczną terminologię
FME_K1_U07	Absolwent/ka potrafi w sposób przystępny przedstawić podstawowe fakty z obszaru fizyki i medycyny
FME_K1_U08	Absolwent/ka potrafi zaplanować samodzielną naukę z wykorzystaniem różnorodnych źródeł informacji
FME_K1_W01	Absolwent/ka zna i rozumie najważniejsze zjawiska, koncepcje, zasady i teorie właściwe dla fizyki i biofizyki
FME_K1_W02	Absolwent/ka zna i rozumie w zaawansowanym stopniu wybrane zjawiska i procesy przyrodnicze, a także prawa fizyki i chemii leżące u ich podstaw
FME_K1_W04	Absolwent/ka zna i rozumie najważniejsze zagadnienia matematyki wyższej w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów fizycznych i medycznych o średnim poziomie złożoności