

KARTA KURSU

Fizyka

Studia I stopnia
2020/2021

Nazwa	Fizyka atomowa i molekularna
Nazwa w j. ang.	<i>Atomic and Molecular Physics</i>

Koordynator	dr hab. prof. UP Bartłomiej Pokrzywka	Zespół dydaktyczny
Punktacja ECTS*	4	

Opis kursu (cele kształcenia)

Kurs ma na celu zaznajomienie uczestnika ze strukturami atomowymi i molekularnymi. Przewidywanie widm atomów i molekuł stanowi egzemplifikację metod mechaniki kwantowej. Równocześnie struktura widmowa stanowi podstawę analizy jakościowej i ilościowej oraz procedur diagnostycznych środowisk gazowych i plazmowych. Student zostanie zapoznany z nomenklaturą klasyfikacyjną oraz bazami danych zawierających parametry struktur atomowych i molekularnych. Nie mniej ważnym celem kursu jest przekazanie wiedzy o najnowszych zaawansowanych metodach spektroskopowych. Studenci poznają metody spektroskopii klasycznej i aparaturę spektroskopową. Zaznajomią się również ze skokiem poznawczym w obszarze spektroskopii związanym z pojawieniem się laserów jak również z wpływem, jaki on wywarł na inne dyscypliny nauk ścisłych.

Warunki wstępne

Wiedza	Wymagana wiedza z wcześniejszych kursów na studiach I stopnia, dotyczących budowy materii, podstaw mechaniki kwantowej oraz fizyki jądrowej.
Umiejętności	Posługiwanie się aparatem analizy matematycznej, rachunku wektorowego i analizy wektorowej, rachunku macierzowego oraz równań różniczkowych
Kursy	Budowa Materii, Wstęp do mechaniki kwantowej, Matematyczne metody fizyki, Fizyka jądrowa

Efekty uczenia się

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	<p>W01 – Uczestnik kursu zna kwantowo-mechaniczny opis atomu jednoelektronowego i hierarchię oddziaływań prowadzących do precyzyjnego opisu struktury jego poziomów energetycznych.</p> <p>W02 – Student zna strukturę poziomów energetycznych atomów wieloelektronowych i hierarchię oddziaływań prowadzących do eliminacji degeneracji poziomów a także metody obliczeniowe dla stanów własnych atomu.</p> <p>W03 – Student zna reakcję struktury poziomów na obecność pola magnetycznego i elektrycznego</p> <p>W04 – Student zna opis kwantowy cząsteczek dwu i wieloatomowych i metod obliczania widma elektronowo-oscylacyjno-rotacyjnego.</p> <p>W05 – Uczestnik kursu zna opis oddziaływania atomów i molekuł z polem elektromagnetycznym w tym reguły wyboru</p> <p>W06 – Student zna podstawowe metody spektroskopii atomowej i molekularnej (klasycznej i laserowej)</p> <p>W07 – Student zna zastosowania metod spektroskopowych w różnych dziedzinach aktywności ludzkiej – medycynie, technice i życiu codziennym.</p>	W01, W02, W03, W07,

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	U01 – Student umie wypisać równanie Schrödingera dla atomu wodoru i podać jego rozwiązania analityczne oraz zastosować je jako jednocząstkowe funkcje bazowe do rozwiązania problemu wielocząstkowego. Umie pokazać sens fizyczny modelu Bohra (starej teorii kwantów), jego ograniczenia i uproszczenia.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U09
	U02 – Student umie dla każdej konfiguracji elektronowej przedstawić strukturę termów w obu sprzężeniach (L-S i j-j) oraz określić kolejność obsadzania powłok elektronowych a także omówić i oszacować strukturę nadsubtelną.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U08, K_U09
	U03 – Student umie zanalizować strukturę poziomów energetycznych atomu, wyrysować wykres Gotriana korzystając z bazy <i>NIST Atomic Spectra Database</i>	K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U08, K_U09 K_U11
	U04 – Student potrafi wyrysować wykresy poziomów w funkcji pola magnetycznego w zakresie zeemanowskim i dla pól silnych.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U08, K_U09
	U05 – Student umie na podstawie danych molekularnych dostępnych on line (np. w bazie HITRAN (High-Resolution Transmission Molecular Absorption Database) sporządzić wykres Fortrata	K_U01, K_U02, K_U03, K_U07, K_U08, K_U09 K_U11
	U06 – Student potrafi omówić podstawowe metody spektroskopii atomowej i molekularnej.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U09
	U07 – Student umie przedstawić technikę chłodzenia atomów i jej znaczenie dla metrologii	K_U01, K_U02, K_U03, K_U06, K_U07, K_U09

	Efekt uczenia się dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	K 01 – korzysta z różnych źródeł informacji w celu podnoszenia poziomu swojej wiedzy i umiejętności	K_K01, K_K02, K_K06
	K 02 – ma zdolność twórczego podejścia do własnej pracy, podejmowania innowacyjnych i twórczych działań	K_K01, K_K04, K_K06
	K 03 – umiejętnie stosuje zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych	K_K01, K_K04, K_K06
	K 04 – posiada umiejętność wykorzystania swojej wiedzy do rozwiązywania problemów w sposób twórczy i operatywny w rozwiązywaniu trudnych, niestandardowych zadań	K_K01, K_K03, K_K04, K_K07

Organizacja										
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach								
		A	K	L	S	P	E			
Liczba godzin	30	30								

Opis metod prowadzenia zajęć

Wykład uzupełniony o przekaz audiowizualny oraz demonstracje, dyskusja.
 Ćwiczenia: klasyczna metoda problemowa, dyskusja oraz kolektywne rozwiązywanie zadań.

Formy sprawdzania efektów uczenia się

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01												X	X
W02												X	X
W03												X	X
W04												X	X
W05												X	X
W06												X	X
W07												X	X
U01								X				X	X
U02								X				X	X
U03								X				X	X
U04								X				X	X
U05								X				X	X
U06								X				X	X
U07								X				X	X
K01													X
K02													X
K03													X
K04													X

Kryteria oceny	<p>Ocena końcowa jest średnią ważoną z oceny z bieżącej aktywności na ćwiczeniach (1/4), średniej oceny z krótkich sprawdzianów rachunkowych (1/4) oraz z egzaminu pisemnego (1/4 część zadaniowa 1/4 część problemowa). Wszystkie trzy oceny muszą być pozytywne. Ocena pozytywna ze sprawdzianów z rozwiązywania zadań oraz części rachunkowej egzaminu wymaga otrzymania co najmniej 50% maksymalnej liczby punktów możliwych do uzyskania. Wynik: 51- 65% dst, 66%- 75% +dst, 76-90% +db, >90% bdb.</p> <p>W części teoretyczno-problemowej egzaminu: Oceny:</p> <p><u>bardzo dobry</u>: Student zna wszystkie zna dokładnie pojęcia i prawa fizyczne objęte pytaniem wykazując operatywność i twórcze podejście oraz kojarząc wszystkie konteksty omawianego zagadnienia.</p> <p><u>dobry</u>: Student posiada wystarczającą wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-07 i U01- 07 w zakresie ogólnym. Student zna pojęcia i prawa fizyczne i potrafi je adekwatnie omówić wykazując kompetencje K01-K04 w stopniu dobrym</p> <p><u>dostateczny</u>: Student posiada tylko podstawową wiedzę wymienioną w punktach W01-W07. Umiejętności U01-U07 ujawniają się przy wspomaganie przez prowadzącego kurs. Kompetencje społeczne zaledwie zadowalające.</p> <p><u>niedostateczny</u>: student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W07, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji.</p>
Uwagi	

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

I. Struktura atomów	<ul style="list-style-type: none"> • System jednoelektronowy – atom wodoru, spin i struktura subtelna, atomy egzotyczne. • Atomy wieloelektronowe – konfiguracja elektronowa atomu. Całka kulombowska i całka wymiany • Atomy wieloelektronowe – model wektorowy składania krętów, struktura subtelna, sprzężenia L-S, $j - j$, $j - K$ • Wpływ jądra na strukturę poziomów, efekt izotopowy, struktura nadsubtelna. • Przesunięcie Lamba – uwzględnienie efektów QED • Poziomy energetyczne atomów w polu magnetycznym, moment magnetyczny atomu, efekt Zeemana, Paschena-Backa, Backa-Goudsmita • Poziomy energetyczne atomów w polu elektrycznym – efekt Starka
II. Struktury cząsteczek	<ul style="list-style-type: none"> • Cząsteczka dwuatomowa – przybliżenie adiabatyczne, zasada Borna – Oppenheimera, potencjał molekularny. • Poziomy elektronowe cząstki o wiązaniu jonowym (NaCl) • Poziomy elektronowe cząstki H_2 i H_2^+ jako elementarny przykład wiązania kowalencyjnego, metody obliczeniowe struktury elektronowej. • Cząstka dwuatomowa – poziomy rotacyjne i oscylacyjne, wykres Fortrata • Cząsteczki wieloatomowe
III. Oddziaływanie atomów molekuł z promieniowaniem EM	<ul style="list-style-type: none"> • Oddziaływanie atomu z falą elektrodynamiczną. Prawdopodobieństwa przejść (siły linii, moce oscylatora). Przybliżenie dipolowe, promieniowanie E2 i M1, reguły wyboru. • Widma molekularne, reguła Francka-Condon, moment dipolowy w gałęziach P, R i Q, reguły wyboru • Profile linii spektralnych
IV. Główne metody badania struktur atomowych i molekularnych	<ul style="list-style-type: none"> • Klasyczna spektroskopia emisyjna i absorpcyjna – wyznaczanie stałych struktury atomowej i molekularnej. Metody podwójnego rezonansu, pompowanie optyczne. Cavity Ring Down Spectroscopy. • Laserowa spektroskopia subdopplerowska, • Podstawy fizyki zimnych atomów (kondensat Bosego-Einsteina) oraz metody ich otrzymywania (chłodzenie laserowe, pułapki)

Wykaz literatury podstawowej

Tipler P, Llewelyn R. "Fizyka Współczesna" PWN 2011
 Leś Z. "Podstawy fizyki atomu. Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii atomowej" PWN 2015
 Haken H, Wolf H. Ch. "Atomy i kwanty", PWN, 2002 (2 wyd.)
 Haken H, Wolf H. Ch. "Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej" PWN, 1998

Wykaz literatury uzupełniającej

Demtröder W. "Atoms, Molecules and Photons An Introduction to Atomic-, Molecular- and Quantum Physics" Springer Verlag 2010, DOI 10.1007/978-3-642-10298-1
 Svanberg S "Atomic and Molecular Spectroscopy Basic Aspects and Practical Application" Wyd 2 Springer Verlag 1992, DOI: 10.1007/978-3-642-98107-4
 Kunisz D. "Fizyczne Podstawy Emisyjnej Analizy Widmowej" PWN 1973 (materiał części I)
 Martin W. C. and Wiese W. L. "Atomic Spectroscopy - A Compendium of Basic Ideas, Notation, Data, and Formulas" <https://www.nist.gov/pml/atomic-spectroscopy-compendium-basic-ideas-notation-data-and-formulas> (Originally published as Chapter 10 in "Atomic, Molecular, and Optical Physics Handbook", Drake G.W.F., Ed. AIP Press, Woodbury, NY, 1996)
 Kopystyńska A. "Wykłady z Fizyki Atomu" PWN 1989
 Kowalczyk P "Fizyka cząsteczek. Energie i widma", PWN, 2000.

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

liczba godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	30
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	5
liczba godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	30
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	
	Przygotowanie do egzaminu/zaliczenia	25
Ogółem bilans czasu pracy		120
Liczba punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		4