



## Fotofizyka molekularna Sylabus zajęć

### Informacje podstawowe

<b>Kierunek studiów</b> Fizyka <b>Specjalność</b> FIZYKA MATERIAŁOWA <b>Jednostka organizacyjna</b> Wydział Fizyki <b>Poziom studiów</b> studia drugiego stopnia <b>Forma studiów</b> studia stacjonarne <b>Profil studiów</b> profil ogólnoakademicki	<b>Cykl dydaktyczny</b> 2023/24 <b>Kod zajęć</b> 04FIZFMAS.22S.03337.23 <b>Języki wykładowe</b> polski <b>Obligatoryjność</b> Fakultatywny <b>Blok zajęciowy</b> Przedmioty specjalnościowe	
<b>Koordynator zajęć</b>	Wojciech Giera	
<b>Prowadzący zajęcia</b>	Wojciech Giera	
<b>Okres</b> Semestr 2	<b>Forma zajęć / liczba godzin / forma zaliczenia</b> • Wykład: 30, Egzamin • Ćwiczenia: 10, Zaliczenie z oceną • Laboratorium: 20, Zaliczenie z oceną	<b>Liczba punktów ECTS</b> 5

### Cele kształcenia dla zajęć

Kod	Cel
C1	Przekazanie pogłębionej wiedzy z zakresu fotofizyki molekularnej, w tym aktualnych tendencji rozwojowych w tym obszarze nauki.
C2	Wyrobienie umiejętności rozwiązywania złożonych problemów z zakresu fotofizyki molekularnej, w tym wykonywania obserwacji i badań doświadczalnych oraz krytycznej analizy i prezentacji otrzymanych rezultatów.

## Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza i umiejętności z fizyki (optyka, fizyka kwantowa) i chemii ogólnej.  
Znajomość języka angielskiego zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.

## 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
<b>Wiedzy - Student/ka:</b>			
W1	zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, zjawiska, koncepcje i teorie z zakresu fotofizyki molekularnej	FIZ_K2_W01, FIZ_K2_W02, FIZ_K2_W04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
W2	zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody i narzędzia badawcze fotofizyki molekularnej	FIZ_K2_W01, FIZ_K2_W02, FIZ_K2_W03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
W3	posiada ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i wybranych najnowszych odkryciach w zakresie fotofizyki molekularnej	FIZ_K2_W01, FIZ_K2_W02, FIZ_K2_W03, FIZ_K2_W04, FIZ_K2_W05	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
<b>Umiejętności - Student/ka:</b>			
U1	potrafi posługiwać się specjalistyczną terminologią z zakresu fotofizyki molekularnej, zarówno w języku polskim jak i w języku angielskim	FIZ_K2_U04, FIZ_K2_U05	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
U2	potrafi analizować problemy z zakresu fotofizyki molekularnej oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane teorie i metody	FIZ_K2_U01, FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
U3	potrafi planować i wykonywać badania doświadczalne oraz obserwacje z zakresu fotofizyki molekularnej oraz analizować ich wyniki	FIZ_K2_U01, FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
U4	potrafi w sposób przystępny przedstawić fakty (wyniki badań, odkrycia, aktualny stan wiedzy) z zakresu fotofizyki molekularnej w formie wystąpień ustnych lub prac pisemnych	FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03, FIZ_K2_U04	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
U5	umie wyszukać informacje niezbędne do właściwego zinterpretowania lub uzupełnienia rozwiązywanego problemu z zakresu fotofizyki molekularnej	FIZ_K2_U01, FIZ_K2_U02, FIZ_K2_U03	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport
<b>Kompetencji społecznych - Student/ka:</b>			
K1	jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści z zakresu fotofizyki molekularnej	FIZ_K2_K01, FIZ_K2_K02	Egzamin pisemny, Kolokwium pisemne, Raport

## Treści programowe dla zajęć

Lp.	Treści programowe dla zajęć	Efekty uczenia się dla zajęć	Formy zajęć
1.	Wzbudzone stany elektronowe molekuł: różne formy energii molekuł, diagram Jabłońskiego, absorpcja światła i prawo Lamberta-Beera, możliwe procesy dezaktywacji wzbudzonych stanów singletowych i trypletowych, charakterystyka spektralna fluorescencji (przesunięcie Stokesa, reguła Kasha, zasada lustrzanego odbicia), anizotropia fluorescencji, rezonansowy transfer energii, własności fizyczne i chemiczne cząsteczek w stanie wzbudzonym.	W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
2.	Stacjonarne pomiary absorpcji i emisji: budowa i działanie typowych spektrofotometrów UV-Vis i spektrofluorymetrów, przyrządy do spektroskopii optycznej (źródła światła, monochromatory, filtry optyczne, fotopowielacze, polaryzatory), metodyka pomiarów i najczęściej popełniane błędy.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
3.	Dynamika stanów wzbudzonych: współczynniki Einsteina (definicje, zależność między współczynnikami, zależność między współczynnikiem B a widmem absorpcji), równanie Stricklera-Berga, czas życia stanu wzbudzonego, wydajność kwantowa fluorescencji, fluorescencja stacjonarna a fluorescencja czasowo-rozdzielcza.	W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
4.	Wpływ rozpuszczalnika i otoczenia na własności fotofizyczne molekuł: (1) podstawowy efekt rozpuszczalnikowy – równanie Lipperta-Matagi, wyznaczenie momentu dipolowego cząsteczki w stanie wzbudzonym, wpływ temperatury na relaksację rozpuszczalnikową i obserwowane przesunięcia Stokesa; (2) specyficzny efekt rozpuszczalnikowy – wiązanie wodorowe, stany lokalnie wzbudzone i stany z wewnętrznym przeniesieniem ładunku, zmiany w stałej szybkości zaniku bezpromienistego, wpływ lepkości rozpuszczalnika, ekscimery.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
5.	Wygaszanie fluorescencji: wygaszacze fluorescencji, teoria wygaszania dynamicznego (równanie Sterna-Volmera), wygaszanie statyczne, kombinacja wygaszania dynamicznego i statycznego, przykłady wygaszania dynamicznego i statycznego, odstępstwa od równania Sterna-Volmera, wpływ ekranowania sterycznego i ładunku na wygaszanie, idea sfery wygaszania, częściowa dostępność fluoroforu dla wygaszacza.	W1, W2, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium
6.	Materiały fotochemiczne: struktura, charakterystyka, zastosowania i specyficzne właściwości niektórych powszechnie stosowanych materiałów fotochemicznych; naturalne absorbery i emitery w materii biologicznej, znaczniki fluorescencyjne biomolekuł.	W1, W2, W3, U1, U2, U3, U4, U5, K1	Wykład, Ćwiczenia, Laboratorium

### Informacje dodatkowe

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Wykład	Wykład z prezentacją multimedialną wybranych zagadnień, Wykład problemowy, Dyskusja, Praca z tekstem, Metoda analizy przypadków, Uczenie problemowe (Problem-based learning), Metoda aktywizująca - "burza mózgów"

Forma zajęć	Metody i formy prowadzenia zajęć
Ćwiczenia	Rozwiązywanie zadań (np.: obliczeniowych, artystycznych, praktycznych), Metoda ćwiczeniowa, Metoda aktywizująca - "burza mózgów", Praca w grupach
Laboratorium	Dyskusja, Metoda analizy przypadków, Uczenie problemowe (Problem-based learning), Metoda laboratoryjna, Metoda badawcza (dociekania naukowego), Metoda aktywizująca - "burza mózgów", Praca w grupach

Forma zajęć	Warunki zaliczenia zajęć
Wykład	Podstawą zaliczenia wykładu jest egzamin pisemny (możliwe pytania zamknięte i otwarte) oceniany zgodnie z następującą skalą: Bardzo dobry (5,0): 91%-100% maksymalnej liczby punktów Dobry plus (4,5): 81%-90% maksymalnej liczby punktów Dobry (4,0): 71%-80% maksymalnej liczby punktów Dostateczny plus (3,5): 61%-70% maksymalnej liczby punktów Dostateczny (3,0): 51%-60% maksymalnej liczby punktów Niedostateczny (2,0): 0%- 50% maksymalnej liczby punktów
Ćwiczenia	Podstawą zaliczenia ćwiczeń są: 1. obecność i aktywny udział we wszystkich zajęciach (nie dotyczy nieobecności usprawiedliwionych), 2. uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium pisemnego.
Laboratorium	Podstawą zaliczenia laboratorium są: 1. obecność i aktywny udział we wszystkich zajęciach (nie dotyczy nieobecności usprawiedliwionych), 2. uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich kolokwium wejściowych przeprowadzanych na początku każdego zajęcia (zgodnie z udostępnioną wcześniej listą obowiązujących zagadnień), 3. oddanie w wyznaczonych terminach raportów z wykonanych w ramach zajęć eksperymentów, 4. uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich oddanych raportów. Ocena końcowa z laboratorium jest ustalana na podstawie średniej ocen z przeprowadzonych kolokwium wejściowych oraz oddanych raportów.

## Literatura

### Obowiązkowa

1. Principles of Fluorescence Spectroscopy; Joseph R. Lakowicz; Springer, 2006
2. Podstawy spektroskopii molekularnej; Zbigniew Kęcki; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992

### Dodatkowa

1. Podstawy fotochemii; Stefan Paszyc; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992
2. Chemia i światło; Paul Suppan; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997
3. Applied Photochemistry; Rachel C. Evans, Peter Douglas, Hugh D. Burrows (Eds.); Springer, 2013
4. Relationship between Absorption Intensity and Fluorescence Lifetime of Molecules; S.J. Strickler and R.A. Berg; J. Chem. Phys. 37 (1962) 814-822

## Nakład pracy studenta i punkty ECTS

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane rodzaje zajęć
Wykład	30
Ćwiczenia	10

Laboratorium	20
Przygotowanie do zajęć	25
Czytanie wskazanej literatury	5
Przygotowanie raportu	15
Przygotowanie do zaliczenia	10
Przygotowanie do egzaminu	20
<b>Łączny nakład pracy studenta</b>	<b>Liczba godzin</b> 135
<b>Liczba punktów ECTS</b>	<b>ECTS</b> 5

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

## Efekty uczenia się dla kierunku

Kod	Treść
FIZ_K2_K01	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści
FIZ_K2_K02	Absolwent/ka jest gotów/gotowa do uznania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów (także z innych dyscyplin naukowych) w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu
FIZ_K2_U01	Absolwent/ka potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do formułowania i rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów z zakresu nauk fizycznych; dobrać i zastosować odpowiednie metody i narzędzia niezbędne do rozwiązania danego problemu (w tym zaawansowane techniki informatyczne), jak również odpowiednio przystosować metody i narzędzia już istniejące lub opracować zupełnie nowe
FIZ_K2_U02	Absolwent/ka potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach, w szczególności w czasopiśmie naukowych podstawowych dla fizyki, oraz dokonać krytycznej analizy, syntezy i twórczej interpretacji zebranych informacji
FIZ_K2_U03	Absolwent/ka potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z prostymi problemami badawczymi z zakresu fizyki (planować i wykonywać obserwacje, eksperymenty, obliczenia teoretyczne lub symulacje komputerowe oraz w sposób krytyczny ocenić i przedyskutować otrzymane wyniki)
FIZ_K2_U04	Absolwent/ka potrafi przygotować dla różnych kręgów odbiorców wystąpienia ustne oraz opracowania pisemne przedstawiające w sposób komunikatywny tematy specjalistyczne z obszaru nauk fizycznych, jak również prowadzić debatę na takie tematy
FIZ_K2_U05	Absolwent/ka potrafi posługiwać się językiem angielskim zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, jak również specjalistyczną terminologią w języku angielskim w zakresie nauk fizycznych
FIZ_K2_W01	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane fakty, zjawiska, koncepcje i teorie właściwe dla fizyki oraz złożone zależności między nimi (stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu nauk fizycznych oraz reprezentujące zarówno kluczowe jak i inne wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w tej dyscyplinie)
FIZ_K2_W02	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody i narzędzia badawcze oraz modele matematyczne stosowane w fizyce
FIZ_K2_W03	Absolwent/ka zna i rozumie w pogłębionym stopniu wybrane metody obliczeniowe oraz techniki informatyczne stosowane do rozwiązywania złożonych problemów z zakresu fizyki
FIZ_K2_W04	Absolwent/ka zna i rozumie główne tendencje rozwojowe w dyscyplinie nauk fizycznych
FIZ_K2_W05	Absolwent/ka zna i rozumie rolę nauk fizycznych w kontekście fundamentalnych dylematów współczesnej cywilizacji