

**SYLABUS**  
**dotyczy cyklu kształcenia 2021/2022–2022/2023**  
*(skrajne daty)*  
 Rok akademicki 2021/22, 2022/23

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Laboratorium fizyczne</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	Studia drugiego stopnia, po studiach inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok I, semestr 1, 2
Rodzaj przedmiotu	Podstawowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Rafał Hakalla, prof. UR</b>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Wojciech Szajna, prof. UR; dr hab. Igor Virt, prof. UR; dr Izabela Piotrowska; dr Piotr Potera

\* -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
1				45					7
2				45					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)**

ZALICZENIE Z OCENĄ (SEMESTR 1, 2)

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Do realizowania treści przedmiotu wymagane jest wcześniejsze zaliczenie podstawowych
--

kursów:

- Podstawy fizyki: Mechanika, Elektryczność i magnetyzm, Optyka i budowa materii;
- Statystyczne metody opracowania pomiarów lub metrologii;
- Fizyka elementarna;
- Chemia;
- Fizyka atomowa i molekularna.

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Zaznajomienie z podstawowymi metodami badań: - widm atomowych i cząsteczkowych; - struktury cząsteczek i związków organicznych; - promieniowania jonizującego; - fizyko-chemicznych: wody, gleby i powietrza; oraz poznanie zasad działania i obsługi praktycznej nowoczesnych przyrządów pomiarowych.
C2	Opanowanie zagadnień fizyki w zakresie praw i zjawisk fizycznych oraz zasad metrologii, koniecznych do zrozumienia problemów związanych z tematyką ćwiczeń laboratoryjnych.
C3	Nabywanie umiejętności praktycznego posługiwania się przyrządami pomiarowymi oraz montażu stanowiska doświadczalnego do samodzielnej pracy eksperymentalnej związanej z tematyką ćwiczeń laboratoryjnych.
C4	Doskonalenie umiejętności użycia komputera zarówno w układach pomiarowych jak i przy opracowywaniu wyników eksperymentu (otrzymanie pośrednich wyników pomiaru, wykresy, elementy dyskusji błędów)
C5	Uświadomienie roli i praktycznego zastosowania fizyki we współczesnym świecie.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu fizyki doświadczalnej, a także jej historycznego rozwoju i znaczenia dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości	K_Wo1
EK_02	Student zna i rozumie techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla fizyki doświadczalnej	K_Wo3
EK_03	Student zna i rozumie teoretyczne podstawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych stosowanych do rozwiązywania typowych problemów z zakresu fizyki doświadczalnej	K_Wo4
EK_04	Student zna i rozumie teoretyczne podstawy	K_Wo5

	funkcjonowania aparatury naukowej z zakresu fizyki doświadczalnej	
EK_05	Student potrafi planować i wykonywać badania, doświadczenia lub obserwacje dotyczące treści kształcenia w ramach fizyki doświadczalnej	K_U01
EK_06	Student potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki przeprowadzonych eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe	K_U02
EK_07	Student potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach	K_U03
EK_08	Student potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanego sprawozdania zawierającego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań	K_U04
EK_09	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole	K_U08
EK_10	Student jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy i potrzeby zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu z zakresu fizyki doświadczalnej	K_K02

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
<b>Analiza widma wodoru i wyznaczenie stałej Rydberga w oparciu o linie serii Balmera.</b> Kwantowa teoria budowy atomu. Widma liniowe. Widmo atomu wodoru. Przystawki spektralne – spektrografy pryzmatyczne. Parametry przyrządów spektralnych.
<b>Badanie widm różnych źródeł światła za pomocą spektrometru siatkowego z dołączonym oprogramowaniem</b> (np. świetlówki, żarówki LED, żarówki energooszczędnej, lampy sodowej, lampy neonowej, lampy wodorowej itp.) Atomowe i cząsteczkowe widma emisyjne. Jakościowa analiza spektralna. Krzywa dyspersji spektrometru. Identyfikacja linii widmowych w oparciu o bazę wzorców linii spektralnych NIST.
<b>Rejestracja i analiza atomowych i molekularnych fourierowskich widm emisyjnych.</b> Transformacja Fouriera – podstawy i zastosowanie w spektroskopii. Budowa i zasada działania spektrometru fourierowskiego (IFS 125HR Bruker). Przegląd i charakterystyka wybranych źródeł atomowych i molekularnych widm emisyjnych. Analiza widm atomowych i molekularnych – kalibracja widm, wyznaczanie położenia profili widmowych, niepewności pomiarowe. Identyfikacja nośników widm.
<b>Wyznaczenie parametrów molekuly dwuatomowej metodą analizy widma oscylacyjno-rotacyjnego.</b> Spektrogramy. Widmo absorpcyjne. Widmo elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjne. Parametry molekuly dwuatomowej. Metody wyznaczania parametrów molekularnych.
<b>Badanie zawartości radioizotopów w próbkach wody.</b> Charakterystyka promieniowania jonizującego i jego własności. Prawo rozpadu promieniotwórczego, aktywność wielkości charakterystyczne. Radioaktywność naturalna. Metody detekcji promieniowania jonizującego. Rodzaje detektorów.
<b>Badanie zawartości radioizotopów w próbkach gleby (ceramicznych materiałach budowlanych itp.)</b> Rodzaje promieniowania jonizującego i jego własności. Radioaktywność naturalna. Sposoby detekcji promieniowania jonizującego. Rodzaje detektorów.

<p><b>Badanie zawartości metali przejściowych metodami spektroskopii absorpcyjnej w zakresie UV/vis oraz fluorymetrii.</b> Struktura elektronowa cząsteczek, teoria orbitali molekularnych. Przejścia elektronowe w cząsteczkach wieloatomowych: <math>\sigma \rightarrow \sigma^*</math>, <math>\pi \rightarrow \pi^*</math>, <math>n \rightarrow \sigma^*</math> oraz przejścia d-d w atomach pierwiastków przejściowych i ich związkach. Diagram Jabłońskiego. Struktura oscylacyjna przejść elektronowych, reguła Fancka-Condon, czynniki-całki F-C. Zjawisko absorpcji promieniowania i wielkości fizyczne je charakteryzujące: transmitancja, absorbanca. Prawo Lamberta-Beera. Diagram Jabłońskiego. Procesy promieniste i bezpromieniste: fluorescencja i fosforescencja, konwersja wewnątrzsystemowa i konwersja międzysystemowa. Czynniki wpływające na wydajność fluorescencji. Wygaszanie fluorescencji – równanie Sterna-Volmera. Kalibracja metod analitycznych.</p>
<p><b>Wykrywanie, identyfikacja i badania struktury związków organicznych metodą spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni.</b> Drgania normalne. Rodzaje drgań normalnych. Pasma charakterystyczne grup funkcyjnych – częstości charakterystyczne. Metodyka analizy widm IR. Techniki badań widm oscylacyjnych: metody transmisyjne, odbiciowe, ATR. Aparatura do pomiarów w podczerwieni:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>źródła promieniowania podczerwonego</li> <li>materiały przezroczyste dla promieniowania podczerwonego</li> <li>monochromatory podczerwieni</li> <li>detektory podczerwieni</li> <li>spektrofotometry podczerwieni</li> <li>spektrofotometry fourierowskie.</li> </ol>
<p><b>Określanie zawartości metali ciężkich w próbkach metodą rentgenowskiej spektrometrii fluorescencyjnej</b> – wyznaczanie składu procentowego badanych próbek metodą fluorescencji rentgenowskiej (XRF).</p>
<p><b>Wykorzystanie spektroskopii w podczerwieni w analizie tworzyw polimerowych.</b> Analiza próbek różnych polimerów, identyfikacja polimeru na podstawie uzyskanego widma.</p>

### 3.4 Metody dydaktyczne

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń.

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	Kolokwium	ćw. lab.
EK_02	Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	ćw. lab.
EK_03	Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	ćw. lab.
EK_04	Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	ćw. lab.
EK_05	Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć	ćw. lab.
EK_06	Kolokwium, sprawozdanie	ćw. lab.
EK_07	Obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie	ćw. lab.
EK_08	Obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie	ćw. lab.
EK_09	Obserwacja w trakcie zajęć, sprawozdanie	ćw. lab.
EK_10	Obserwacja w trakcie zajęć	ćw. lab.

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia jest: wykonanie i zaliczenie przewidzianych planem laboratorium ćwiczeń laboratoryjnych (minimum 3 w każdym semestrze) – student zalicza ćwiczenie jeżeli: zdał sprawdzian teoretyczny, zrealizował ćwiczenie praktycznie podczas zajęć oraz przedstawił odpowiednie, poprawnie opracowane sprawozdanie. Student otrzymuje ocenę cząstkową za wykonane ćwiczenie laboratoryjne na podstawie:

- oceny sprawdzianu pisemnego lub ustnego dotyczącego aspektów teoretycznych realizowanych zadań praktycznych (30% oceny cząstkowej), student zobowiązany jest zaliczyć część teoretyczną na ocenę pozytywną przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia;
- średniej arytmetycznej ocen z obserwacji przebiegu wykonywania przez studenta ćwiczenia i otrzymywania przez niego wyników oraz za przedstawione sprawozdanie z ćwiczenia (70% oceny cząstkowej).

Końcowa ocena z laboratorium to średnia arytmetyczna ocen cząstkowych.

#### 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	90
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach)	10
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, napisanie sprawozdań)	225
SUMA GODZIN	325
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>13</b>

*\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

#### 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	-
zasady i formy odbywania praktyk	-

#### 7. LITERATURA

Literatura podstawowa (w przypadku braku w bibliotece proponowane pozycje literaturowe zostaną udostępnione przez prowadzących):

1. Podręczniki uniwersyteckie – kursowe z zakresu fizyki zalecanie przez wykładowców,
2. Z. Leś – Wstęp do spektroskopii atomowej, PWN, Warszawa 2015,
3. W. Kołos, J. Sadlej „Atom i cząsteczka”, WNT, 2007
4. J. Sadlej „Spektroskopia molekularna”, WNT, 2002

5. Z. Kęcki „Podstawy spektroskopii molekularnej”, PWN, 1998
6. W. Zieliński, A. Rajca (red.), Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa, 1995/2000.
7. W. Szczepaniak, Metody Instrumentalne w analizie chemicznej, PWN Warszawa 2002.
8. E. de Hoffman, J. Charette, V. Strofant, Spektroskopia mas, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1998
9. J. V. Iribarne, H.-R. Cho, Fizyka atmosfery, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998
10. A. Strzałkowski, Wstęp do fizyki jądra atomowego, PWN, Warszawa 1979
11. A. Z. Hryniewicz (red.), Człowiek i promieniowanie jonizujące. PWN, Warszawa, 2003
12. J. Araminowicz: Laboratorium fizyki jądrowej, PWN, Warszawa 1984
13. J. Dojlido, J. Zerbe, *Instrumentalne metody badania wody i ścieków*, Arkady 1997
14. W. Hermanowicz, J. Dojlido, W. Dożańska, B. Koziorowski, J. Zerbe, *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Arkady 1999
15. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki / Regina Drabent [et al.]. - Wyd. 9 zm. i poszerz., dodr. do wyd. z 2003 r. - Olsztyn : Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, cop. 2010
16. Pracownia fizyczna wspomagana komputerem / Henryk Szydłowski. - Wyd. 10 zm. - Warszawa : Wydaw. Naukowe PWN, 2003
17. L.A. Kazicyna, N.B. Kupletska, Metody spektroskopowe wyznaczania struktury związków organicznych, PWN, Warszawa, 1989
18. M. Szafran, Z. Dega-Szafran, Określanie struktury związków organicznych metodami spektroskopowymi, PWN, Warszawa, 1988.
19. A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, WNT, W-wa, 1993/2002.
20. M. Handke, C. Paluszkiwicz, Metody i techniki pomiarowe w spektroskopii oscylacyjnej, Akapit, 1998.

#### Literatura uzupełniająca:

1. P. W. Atkins „Chemia fizyczna”, PWN, 2001
2. H. Haken, H. Ch. Wolf „Atomy i kwanty”, PWN, 2002 (2 wyd.)
3. H. Haken, H. Ch. Wolf „Fizyka molekularna z elementami chemii kwantowej”, PWN, 1998
4. R. A. W. Johnstone, M. E. Rose, Spektrometria mas: podręcznik dla chemików i biologów, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001
5. T. A. Lee, A beginner's guide to spectra mass spectral interpretation, John Wiley&Sons, Chichester 1998
6. R. Resnick , D. Halliday, Podstawy fizyki, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005/2006
7. Instrukcja obsługi spektrometru promieniowania  $\gamma$  z detektorem półprzewodnikowym HPGe - proponowana pozycja literaturowa zostanie udostępniona przez prowadzących ćwiczenie
8. Instrukcja obsługi spektrometru promieniowania  $\gamma$  z detektorem scyntylacyjnym NaI(Tl) - proponowana pozycja literaturowa zostanie udostępniona przez prowadzących ćwiczenie
9. Fizyka dla studentów nauk przyrodniczych i technicznych. T. 2 / D. Halliday, R. Resnick ; [z ang. tł. Wojciech Ratyński, Teresa Butler- Kaniowska] - Wyd. 4. - Warszawa : Państw. Wydaw. Naukowe, 1980

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej