



## CHEMIA FIZYCZNA

### 1. METRYCZKA

<b>Rok akademicki</b>	2023/2024
<b>Wydział</b>	Wydział Farmaceutyczny
<b>Kierunek studiów</b>	Farmacja
<b>Dyscyplina wiodąca</b> <i>(zgodnie z załącznikiem do Rozporządzenia Ministra NiSW z 26 lipca 2019)</i>	Nauki farmaceutyczne
<b>Profil studiów</b> <i>(ogólnoakademicki/praktyczny)</i>	praktyczny
<b>Poziom kształcenia</b> <i>(I stopnia/II stopnia/ jednolite magisterskie)</i>	jednolite magisterskie
<b>Forma studiów</b> <i>(stacjonarne/niestacjonarne)</i>	stacjonarne
<b>Typ modułu/przedmiotu</b> <i>(obowiązkowy/fakultatywny)</i>	obowiązkowy
<b>Forma weryfikacji efektów uczenia się</b> <i>(egzamin/zaliczenie)</i>	egzamin
<b>Jednostka/jednostki prowadząca/e</b> <i>(oraz adres/y jednostki/jednostek)</i>	Zakład Chemii Organicznej i Fizycznej, ul. Banacha 1, 02-097 Warszawa

<b>Kierownik jednostki/kierownicy jednostek</b>	dr hab. Piotr Luliński
<b>Koordynator przedmiotu</b> (tytuł, imię, nazwisko, kontakt)	dr hab. Katarzyna Paradowska
<b>Osoba odpowiedzialna za sylabus</b> (imię, nazwisko oraz kontakt do osoby, której należy zgłaszać uwagi dotyczące sylabusu)	dr hab. Katarzyna Paradowska e-mail: katarzyna.paradowska@wum.edu.pl
<b>Prowadzący zajęcia</b>	dr hab. n. farm. Katarzyna Paradowska dr hab. n. farm. Dariusz Maciej Pisklak dr hab. n. farm. Łukasz Szeleszczuk dr n. farm. Paweł Siudem dr n. chem. Katarzyna Zawada dr n. farm. Agnieszka Zielińska mgr n. biol. Natalia Dobros

## 2. INFORMACJE PODSTAWOWE

<b>Rok i semestr studiów</b>	II rok, semestr trzeci	<b>Liczba punktów ECTS</b>	6,00
<b>FORMA PROWADZENIA ZAJĘĆ</b>		<b>Liczba godzin</b>	<b>Kalkulacja punktów ECTS</b>
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim</b>			
wykład (W)		20	1,00
seminarium (S)		10	0,50
ćwiczenia (C)		50	2,00
e-learning (e-L)			
zajęcia praktyczne (ZP)			
praktyka zawodowa (PZ)			
<b>Samodzielna praca studenta</b>			
Przygotowanie do zajęć i zaliczeń		105	2,50

<b>3. CELE KSZTAŁCENIA</b>	
C1	Umiejętne posługiwanie się pojęciami z zakresu podstawowych działów chemii fizycznej oraz wyjaśnianie podstaw wielu zjawisk i procesów zachodzących w przyrodzie.
C2	Samodzielne posługiwanie się metodami pomiarowymi do wyznaczania wielkości fizykochemicznych (np. stałej równowagi reakcji, lepkości, stałej szybkości reakcji, stopnia dysocjacji, skręcalności właściwej).
C3	Przedstawianie wyników badań eksperymentalnych i wyciąganie wniosków dotyczących wielkości i praw fizykochemicznych na podstawie przeprowadzonych eksperymentów.
C4	Samodzielne rozwiązywanie podstawowych problemów rachunkowych z chemii fizycznej w zakresie: przemian gazowych, termodynamiki (w tym termochemii), równowag fazowych, równowag chemicznych i kinetyki chemicznej.

<b>4. STANDARD KSZTAŁCENIA – SZCZEGÓŁOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b> (dotyczy kierunków regulowanych ujętych w Rozporządzeniu Ministra NiSW z 26 lipca 2019; pozostałych kierunków nie dotyczy)	
<b>Symbol i numer efektu uczenia się zgodnie ze standardami uczenia się</b> (zgodnie z załącznikiem do Rozporządzenia Ministra NiSW z 26 lipca 2019)	<b>Efekty w zakresie</b>

**Wiedzy – Absolwent\* zna i rozumie:**

B.W1.	fizyczne podstawy procesów fizjologicznych (krążenia, przewodnictwa nerwowego, wymiany gazowej, ruchu, wymiany substancji);
B.W5.	budowę atomu i cząsteczki, układ okresowy pierwiastków chemicznych i właściwości pierwiastków, w tym izotopów promieniotwórczych w aspekcie ich wykorzystania w diagnostyce i terapii;
B.W6.	mechanizmy tworzenia i rodzaje wiązań chemicznych oraz mechanizmy oddziaływań międzycząsteczkowych;
B.W7.	rodzaje i właściwości roztworów oraz metody ich sporządzania;
B.W12.	podstawy teoretyczne i metodyczne technik spektroskopowych, elektrochemicznych, chromatograficznych i spektrometrii mas oraz zasady funkcjonowania urządzeń stosowanych w tych technikach;
B.W15.	podstawy termodynamiki i kinetyki chemicznej oraz kwantowe podstawy budowy materii;
B.W16.	fizykochemię układów wielofazowych i zjawisk powierzchniowych oraz mechanizmy katalizy;
B.W23.	preparatykę oraz metody spektroskopowe i chromatograficzne analizy związków organicznych;
B.W27.	metody teoretyczne stosowane w farmacji oraz podstawy bioinformatyki i modelowania cząsteczkowego w zakresie projektowania leków.

**Umiejętności – Absolwent\* potrafi:**

B.U1.	mierzyć lub wyznaczać wielkości fizyczne, biofizyczne i fizykochemiczne z zastosowaniem odpowiedniej aparatury laboratoryjnej oraz wykonywać obliczenia fizyczne i chemiczne;
B.U3.	analizować zjawiska oraz procesy fizyczne wykorzystywane w diagnostyce i terapii chorób;
B.U5.	przeprowadzać analizę wody do celów farmaceutycznych;
B.U8.	przeprowadzać badania kinetyki reakcji chemicznych;
B.U9.	analizować właściwości i procesy fizykochemiczne stanowiące podstawę działania biologicznego leków i farmakokinetyki;
B.U11.	wykorzystywać narzędzia matematyczne, statystyczne i informatyczne do opracowywania, interpretacji i przedstawiania wyników doświadczeń, analiz i pomiarów;

**1. POZOSTAŁE EFEKTY UCZENIA SIĘ** (nieobowiązkowe)

Numer efektu uczenia się	Efekty w zakresie
--------------------------	-------------------

**Wiedzy – Absolwent zna i rozumie:**

W1	
W2	

**Umiejętności – Absolwent potrafi:**

U1	
U2	

**Kompetencji społecznych – Absolwent jest gotów do:**

K1	
K2	

**2. ZAJĘCIA**

Forma zajęć	Treści programowe	Efekty uczenia się
Wykłady	<b>W1.</b> Układ, równanie stanu, I zasada termodynamiki, definicja energii wewnętrznej i entalpii. Termochemia: ciepło molowe, ciepło reakcji.	B.W1, B.W5, B.W6, B.W15
	<b>W2.</b> Przemiany gazowe (izoterma, izobara, adiabata), prawa Kirchhoffa i Hessa.	B.W6, B.W15
	<b>W3.</b> II zasada termodynamiki, definicja entropii. Zmiana entropii i entalpii w procesie odwracalnym. Energia swobodna i entalpia swobodna, związki między funkcjami U, H, G, F i S, kryteria samorzutności procesów	B.W1, B.W15
	<b>W4.</b> Potencjał chemiczny, reguła faz, równanie Clausiusa-Clapeyrona, ciepła przemiany fazowej, diagramy fazowe. Prawo Daltona, prawo Henry'ego. Prawo Raoult'a, azeotropia dodatnia i ujemna. Układy ciekłe z ograniczoną mieszalnością. Wpływ temperatury na mieszalność. Zjawiska	B.W6, B.W7, B.W15, B.W16

	<p>koligatywne. Prawo podziału Nernsta.</p> <p><b>W5.</b> Statyka. Stałe równowagi, prawo działania mas. Reguła przekory. Izobara oraz izochora van't Hoffa. Elektrochemia. Dyfuzja, przewodnictwo w roztworach, podwójna warstwa elektryczna, rodzaje półogniwi, ogniwa, termodynamika reakcji w ogniwie, zjawiska elektrokinetyczne (elektroforeza, elektroosmoza).</p> <p><b>W6.</b> Zjawiska na granicy faz. lepkość, napięcie powierzchniowe, adsorpcja fizyczna i chemiczna. Rodzaje koloidów, własności optyczne, kinetyczne i elektryczne koloidów, koagulacja. Układy dyspersyjne: emulsje, zawiesiny, mikrocząsteczki, liposomy.</p> <p><b>W7.</b> Chwilowa i średnia szybkość reakcji chemicznej. Równania kinetyczne reakcji I, II oraz ułamkowego i zerowego rzędu i stałe szybkości. Czasy połówkowe. Metody wyznaczania rzędu reakcji i stałych szybkości. Reakcje odwracalne. Wpływ temperatury na szybkość reakcji. Równanie Arrheniusa. Teoria zderzeń aktywnych i kompleksu aktywnego. Energia aktywacji i metody jej wyznaczania. Reakcje z udziałem katalizatorów. Kataliza: dodatnia i ujemna, homogeniczna, heterofazowa, autokataliza. Kinetyka reakcji enzymatycznych, równanie Michaelisa-Menten.</p> <p><b>W8.</b> Spektroskopia molekularna. Widma elektronowe, absorpcyjne i luminescencyjne UV-vis. Widma oscylacyjne: absorpcyjne w podczerwieni i ramanowskie. Aktywność optyczna.</p> <p><b>W9.</b> Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego. Przesunięcie chemiczne i stała sprężenia spinowo-spinowego. Widma <math>^1\text{H}</math>, <math>^{13}\text{C}</math>, <math>^{15}\text{N}</math>, <math>^{31}\text{P}</math> NMR w identyfikacji związków biologicznie czynnych i leków. NMR <i>in vivo</i>, tomografia magnetyczno-rezonansowa.</p> <p><b>W10.</b> Modelowanie molekularne. Budowa przestrzenna molekuł: długości wiązań, kąty walencyjne, kąty torsyjne. Oddziaływania wewnątrz- i międzycząsteczkowe. Konfiguracja. konformacja. Kryteria optymalizacji geometrii. Podstawy mechaniki molekularnej. Zastosowanie metod komputerowych w projektowaniu leków.</p>	<p>B.W1, B.W6, B.W12, B.W16</p> <p>B.W6, B.W7, B.W16</p> <p>B.W1, B.W15</p> <p>B.W5, B.W12, B.W23</p> <p>B.W5, B.W12, B.W23</p> <p>B.W5, B.W6, B.W27</p>
Seminaria	<p><b>S1.</b> I zasada termodynamiki, przemiany gazowe</p> <p><b>S2.</b> Termochemia</p> <p><b>S3.</b> Entropia</p> <p><b>S4.</b> Samorzutność przemian</p> <p><b>S5.</b> Przemiany fazowe, prawo Raoult'a, wielkości koligatywne</p> <p><b>S6.</b> Równowaga chemiczna</p> <p><b>S7.</b> Kinetyka chemiczna</p>	<p>B.W15, B.U1, B.U3, B.U9</p> <p>B.W15, B.U1, B.U9</p> <p>B.W15, B.U1</p> <p>B.W15, B.U1, B.U3, B.U9</p> <p>B.W1, B.W6, B.W16, B.U1, B.U9</p> <p>B.W15, B.U1, B.U9</p> <p>B.W15, B.U1, B.U8</p>
Ćwiczenia laboratoryjne	<p><b>C1.</b> Ćwiczenie wstępne, rachunek niepewności.</p> <p><b>C2.</b> Badanie równowagi reakcji metodą spektrofotometryczną.</p> <p><b>C3.</b> Wyznaczanie współczynnika podziału kwasu organicznego.</p> <p><b>C4.</b> Wyznaczenie krzywej binoidalnej w układzie trójskładnikowym.</p> <p><b>C5.</b> Wyznaczenie wartości funkcji termodynamicznych reakcji elektrodowej. Wyznaczanie wartości stopnia dysocjacji kwasu metodą potencjometryczną.</p> <p><b>C6.</b> Wyznaczanie stałej dysocjacji słabego kwasu metodą konduktometryczną.</p> <p><b>C7.</b> Kinetyka reakcji pierwszego rzędu: badanie kinetyki reakcji rozkładu nadtlenu wodoru w roztworach wodnych katalizowanego jonami <math>\text{Fe}^{3+}</math>.</p> <p><b>C8.</b> Wyznaczanie izotermy adsorpcji w układzie węgiel medyczny - wodny roztwór kwasu.</p> <p><b>C9.</b> Wyznaczanie punktu izoelektrycznego wodnego roztworu koloidu metodą pomiaru lepkości.</p> <p><b>C10.</b> Interpretacja widm <math>^1\text{H}</math> i <math>^{13}\text{C}</math> NMR wysokiej rozdzielczości (jednowymiarowe).</p> <p><b>C11.</b> Interpretacja widm <math>^1\text{H}</math> i <math>^{13}\text{C}</math> NMR wysokiej rozdzielczości z</p>	<p>B.U11, B.U12</p> <p>B.W7, B.W12, B.W15, B.U1, B.U3, B.U9, B.U11</p> <p>B.W7, B.U1, B.U3, B.U9, B.U11</p> <p>B.W1, B.W7, B.U1, B.U3, B.U9</p> <p>B.W7, B.W12, B.W15, B.U1, B.U11</p> <p>B.W7, B.W12, B.U1, B.U5, B.U7, B.U11</p> <p>B.W6, B.W15, B.U1, B.U3, B.U8, B.U11</p> <p>B.W1, B.W6, B.U1, B.U3, B.U9, B.U11.</p> <p>B.W1, B.W7, B.W16, B.U1, B.U3, B.U9, B.U11</p> <p>B.W5, B.W12, B.W.23, B.U11</p> <p>B.W5, B.W12, B.U11</p>

	wykorzystaniem widm 1D i 2D. <b>C12.</b> Teoretyczny opis cząsteczek, obliczenia wybranych właściwości fizykochemicznych, w tym parametrów geometrycznych i energetycznych.	B.W5, B.W27, B.U9, B.U11
--	--	--------------------------

### 3. LITERATURA

#### Obowiązkowa

1. T.W. Hermann (red.), *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2021.
2. T. Gubica (red.), *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej*, skrypt dla studentów farmacji i analityki medycznej, Oficyna Wydawnicza WUM, Warszawa 2015.
3. S. Warycha, K. Zawada, *Ćwiczenia rachunkowe z chemii fizycznej*, skrypt dla studentów farmacji, Oficyna Wydawnicza WUM, Warszawa 2013

#### Uzupełniająca

1. P.W. Atkins, *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021.
2. P.W. Atkins, *Podstawy chemii fizycznej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
3. K. Pięgoń, Z. Ruziewicz, *Chemia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 20022.
4. L. Komorowski, A. Olszowski (red.), *Chemia fizyczna. Laboratorium fizykochemiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
5. R.M. Silverstein, F.X. Webster, D.J. Kiemle, *Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
6. Z. Kęcki, *Podstawy spektroskopii molekularnej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992.

### 4. SPOSOBY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol przedmiotowego efektu uczenia się	Sposoby weryfikacji efektu uczenia się	Kryterium zaliczenia
Np. A.W1, A.U1, K1	<i>Pole definiuje metody wykorzystywane do oceniania studentów, np. kartkówka, kolokwium, raport z ćwiczeń itp.</i>	<i>Np. próg zaliczeniowy</i>
B.W1, B.W2, B.W5, B.W6, B.W7, B.W12, B.W15, B.W16, B.W23, B.W24, B.W26, B.W27.  B.U1, B.U3, B.U8, B.U9, B.U11, B.U12.	– kolokwium wstępne (kartkówka) przed każdym ćwiczeniem na laboratorium – raport z ćwiczenia na laboratorium – kolokwium (1 raz) z seminarium (ćwiczenia rachunkowe)  – egzamin w formie pisemnej	Kryterium zaliczenia <b>kolokwium wstępnego</b> (kartkówki) jest uzyskanie 1,5 pkt na 5 możliwych do uzyskania. Kryterium zaliczenia <b>raportu z ćwiczeń</b> jest jego zgodność z wytycznymi zawartymi w instrukcji do ćwiczenia, oceniana przez prowadzącego zajęcia.  Kryterium zaliczenia <b>kolokwium z seminarium</b> jest uzyskanie (po modyfikacji o punkty uzyskane w trakcie zajęć) minimum 60% możliwych do uzyskania punktów. <b>Warunkiem dopuszczenia do egzaminu</b> jest zaliczenie ćwiczeń (laboratorium) i

		seminarium (ćwiczenia rachunkowe). <b>EGZAMIN:</b> kryterium zaliczenia (3,0 i powyżej) – min. 60% sumy punktów możliwych do uzyskania z pisemnego egzaminu. Kryteria oceny z egzaminu podane są poniżej.
--	--	--

**Forma zaliczenia przedmiotu:** Egzamin z pytaniami testowymi i otwartymi. Student dopuszczony jest do egzaminu po otrzymaniu zaliczenia seminariów i ćwiczeń. Studenci, którzy otrzymają średnią z ocen (z seminariów i ćwiczeń) w wysokości 4,75 są zwolnieni z egzaminu i otrzymują ocenę 5,0 (bdb) z przedmiotu.

Ocena końcowa z przedmiotu wystawiana jest na podstawie średniej ważonej ocen uzyskanych z egzaminu (50%) oraz seminariów i ćwiczeń (po 25%) pod warunkiem, że oceny te są z zakresu od 3 (dost) do 5 (bdb).

**Kryteria oceny z egzaminu:**

ocena	kryteria
2,0 (ndst)	Ocenę negatywną wystawia się w przypadku niezaliczenia egzaminu (poniżej 60% sumy punktów).
3,0 (dost)	Student uzyskuje ocenę 3 (dost) kiedy uzyska od 61% do 68% sumy punktów.
3,5 (ddb)	Student uzyskuje ocenę 3,5 (ddb) kiedy uzyska od 69% do 77% sumy punktów.
4,0 (db)	Student uzyskuje ocenę 4,0 (db) kiedy uzyska od 78% do 86% sumy punktów.
4,5 (pdb)	Student uzyskuje ocenę 4,5 (pdb) kiedy uzyska od 87% do 94% sumy punktów.
5,0 (bdb)	Student uzyskuje ocenę 5,0 (bdb) kiedy uzyska od 95% do 100% sumy punktów.

**5. INFORMACJE DODATKOWE** (informacje istotne z punktu widzenia nauczyciele niezawarte w pozostałej części sylabusu, np. czy przedmiot jest powiązany z badaniami naukowymi, szczegółowy opis egzaminu, informacje o kole naukowym)

Zgodnie z regulaminem studiów Student ma prawo do dwóch terminów egzaminów: pierwszy termin i termin poprawkowy. Egzamin ma formę pisemną składającą się z części testowej i części pytań otwartych.

Szczegółowy regulamin zajęć laboratoryjnych i ćwiczeń rachunkowych znajduje się na stronie internetowej Zakładu: <https://chemorgfiz.wum.edu.pl>. Dodatkowo jest też szczegółowo omawiany na pierwszych zajęciach.

Dane kontaktowe koordynatora przedmiotu Chemia Fizyczna:

dr hab. n. farm. Katarzyna Paradowska, e-mail: [katarzyna.paradowska@wum.edu.pl](mailto:katarzyna.paradowska@wum.edu.pl), tel. 22 57 20 950

Dane kontaktowe Opiekuna Koła Naukowego „Free Radicals” przy Zakładzie Chemii Organicznej i Fizycznej:

dr hab. n. farm. Łukasz Szeleszczuk; e-mail: [lszeleszczuk@wum.edu.pl](mailto:lszeleszczuk@wum.edu.pl), tel. 22 57 20 950

Zajęcia odbywają się na Wydziale Farmaceutycznym (dot. ćwiczeń laboratoryjnych) oraz w salach seminaryjnych Wydziału Farmaceutycznego, Centrum Dydaktycznego, Uniwersyteckiego Centrum Stomatologii i Szpitala Pediatrycznego (kampus Ochota) ((dot. seminariów (ćwiczeń rachunkowych)).

Student ma obowiązek zakładać własny fartuch ochronny (z długimi rękawami, zapinany z przodu, najlepiej bawełniany) podczas

wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.

**UWAGA**

Końcowe 10 minut ostatnich zajęć w bloku/semestrze/roku należy przeznaczyć na wypełnienie przez studentów  
Ankiety Oceny Zajęć i Nauczycieli Akademickich