

## Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	CHEMIA FIZYCZNA, PG_00054877						
Kierunek studiów	Biotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2022 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	3	Liczba punktów ECTS			6.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydział Chemiczny -> Katedra Chemii Fizycznej						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	prof. dr hab. inż. Jacek Czub					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Mateusz Kogut prof. dr hab. inż. Jacek Czub dr hab. Aneta Panuszko					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	45.0	15.0	0.0	0.0	15.0	75
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów		Udział w konsultacjach		Praca własna studenta	RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	75		8.0		67.0	150
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest poznanie praw fizycznych rządzących przemianami (bio)chemicznymi i dostarczenie narzędzi teoretycznych pozwalających na opis i przewidywanie tych przemian.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_U02] potrafi zastosować wiedzę z chemii ogólnej, fizycznej i kwantowej niezbędną do przewidywania właściwości biomolekuł i przebiegu bioprocessów	Student uczy się stosować zdobytą wiedzę teoretyczną w zakresie termodynamiki i kinetyki chemicznej do rozwiązywania zadań praktycznych o charakterze problemowym. Student uczy się tworzyć schematy rozwiązań problemów o różnym stopniu trudności. Student uczy się rozwiązywać zadania rachunkowe z zakresu termodynamiki i kinetyki układów (bio)chemicznych.	[SU1] Ocena realizacji zadania [SU4] Ocena umiejętności korzystania z metod i narzędzi [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu [SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania
	[K6_W02] ma podstawową wiedzę z zakresu chemii ogólnej, fizycznej i kwantowej niezbędnych do rozumienia i analizy właściwości biomolekuł i bioprocessów	Student poznaje prawa termodynamiki i kinetyki rządzące przebiegiem reakcji i procesów (bio)chemicznych a także zachowaniem fazowym układów biologicznych. Student uczy się interpretować własności termodynamiczne i kinetyczne układów biomolekularnych w kontekście oddziaływań międzycząsteczkowych. Student zdobywa wiedzę teoretyczną z zakresu najważniejszych technik eksperymentalnych stosowanych w biotechnologii molekularnej. Student uczy się przekazywać nowo zdobytą wiedzę oraz prezentować wyniki swojej pracy w sposób zrozumiały i komunikatywny	[SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej

## Wykład

- Podstawy termodynamiki chemicznej: charakterystyka gazu doskonałego; zasada ekwipartycji energii; energia wewnętrzna, praca i ciepło; temperatura i pojemność cieplna; pierwsza zasada termodynamiki, doświadczenie Joule'a i Joule'a-Thompsona, entalpia; termochemia: standardowa entalpia reakcji, prawa Hessa i Kirchhoffa; druga zasada termodynamiki; entropia i elementy termodynamiki statystycznej; cykl Carnota i wydajność maszyn cieplnych; rozkład Boltzmana; energia swobodna Gibbsa i Helmholtza; kryteria samorzutności procesów; procesy samorzutne (nieodwracalne), niesamorzutne i odwracalne; równania fundamentalne termodynamiki; trzecia zasada termodynamiki; standardowa entropia reakcji; potencjał chemiczny, równanie Gibbsa-Duhema; interpretacja parametrów termodynamicznych reakcji i procesów w kontekście oddziaływań międzycząsteczkowych
- Równowagi fazowe: układy jednoskładnikowe, równanie Clausiusa-Clapeyrona, diagramy fazowe; termodynamika procesu mieszania; roztwory doskonałe i rzeczywiste, prawa Raoult'a i Henrygo; aktywności, stany standardowe, w tym biologiczny stan standardowy; właściwości koligatywne i właściwości osmotyczne roztworów; reguła faz Gibbsa; równowaga ciecztwo-para i ciecztwo-ciecz w układach dwuskładnikowych, podstawy fizykochemiczne destylacji i rektyfikacji; termodynamika związania białek; układy trójskładnikowe i trójkąt Gibbsa; równowagi fazowe w obrębie błon fosfolipidowych; współczynnik podziału, logP i ekstrakcja.
- Równowaga chemiczna: energia Gibbsa i stała równowagi reakcji; elementy bioenergetyki: sposoby akumulowania energii Gibbsa w komórce, ATP i gradienty jonów, rodzaje pracy w komórce; sposoby napędzania procesów niesamorzutnych; wpływ ciśnienia i temperatury na położenie stanu równowagi
- Elementy elektrochemii: przewodnictwo jonowe; ogniwa elektrochemiczne: elektrody, rodzaje półogniw, napięcie a termodynamika ogniwa, równanie Nernsta, przykłady ogniw, baterie litowo-jonowe; standardowe potencjały redukcji i ich zastosowanie: przewidywanie kierunkowości reakcji redoks, łańcuch przenoszenia elektronów w procesie oddychania i fotosyntezy, potencjometria
- Kinetyka chemiczna: szybkość reakcji i procesów oraz sposoby jej mierzenia; równanie kinetyczne reakcji i sposoby ustalania rzędów reakcji i pomiarów stałych szybkości; całkowanie prostych równań kinetycznych; reakcje elementarne i złożone; reakcje w pobliżu równowagi i związek między kinetyką a termodynamiką; zależność szybkości reakcji od temperatury; profile energii Gibbsa dla reakcji i procesów; kontrola termodynamiczna i kinetyczna reakcji; podstawy katalizy enzymatycznej, model Michaelisa-Menten; reakcje łańcuchowe
- Zjawiska transportu: dyfuzja i ruchy Browna; sposoby transportu przez błony biologiczne; dyfuzja jako dyskretne błądzenie losowe; równanie dyfuzji i jego rozwiązania; relacja Einsteina-Smoluchowskiego; równanie Stokesa; lepkość dynamiczna; solwatacja jonów, mechanizm Grothussa; dyfuzja w zewnętrznym potencjale i równanie Smoluchowskiego; teorie szybkości zmian konformacyjnych i reakcji chemicznych; teoretyczny opis elektroforezy

## Ćwiczenia rachunkowe:

- Termodynamika i termochemia: równanie stanu gazu doskonałego; I zasada termodynamiki; cykle termodynamiczne; termochemia: prawa Hessa i Kirchhoff, II zasada termodynamiki; entropia absolutna; energia swobodna Gibbsa i Helmholtza
- Równowagi fazowe: przemiany fazowe w układzie jednoskładnikowym, równanie Clausiusa-Clapeyrona; równowaga ciecztwo-para w układzie dwuskładnikowym
- Równowaga chemiczna: stała równowagi reakcji; związek stałej równowagi reakcji z energią Gibbsa; izoterma van't Hoffa; zależność stałej równowagi reakcji od temperatury, izobara van't Hoffa.
- Kinetyka reakcji chemicznych: wyznaczenie rzędu reakcji, stałej szybkości reakcji, energii aktywacji, czasu połowicznej przemiany

## Seminarium

- Zapoznanie studentów z dobrymi praktykami przygotowania i wygłaszania prezentacji.
- Omówienie elementów teorii oddziaływań międzycząsteczkowych.
- Interpretacja modeli wprowadzających poprawki empiryczne do fundamentalnych teorii fizykochemicznych.
- Prosta statystyczna i teorio-informatyczna interpretacja entropii
- Przegląd zastosowań nowoczesnych metod spektroskopowych i mikroskopowych w badaniu właściwości fizykochemicznych materiałów biologicznych.
- Omówienie metod kalorymetrycznych umożliwiających pomiar wielkości termodynamicznych dla procesów obejmujących biomakrocząsteczki i ich kompleksy.
- Opis procesów fizykochemicznych leżących u podstaw nowoczesnych metod biologii strukturalnej.
- Charakterystyka fizykochemiczna biologicznych układów błonowych.
- Zastosowania podstawowego opisu termodynamicznego i kinetycznego do rozwiązywania złożonych problemów badawczych, w tym do opisu procesów komórkowych (związanie białek, wiązanie makromolekuł) i metabolicznych (sprzężanie procesów samorzutnych i niesamorzutnych, kataliza enzymatyczna, biochemiczne reakcje redoks)

Wymagania wstępne i dodatkowe	<p>Chemia ogólna: znajomość podstawowych pojęć.          Matematyka: elementy rachunku różniczkowego i całkowego, elementy probabilytyki          Fizyka: podstawowe wielkości fizyczne i ich jednostki, podstawy mechaniki i elektrostatyki.</p>		
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej
	Sprawdzian w trakcie semestru (2, ćwiczenia)	50.0%	20.0%
	Prezentacja rozwiązane go problemu (seminarium)	50.0%	10.0%
	Końcowy egzamin pisemny (wykład)	50.0%	60.0%
Prezentacja multimedialna na zadany temat (seminarium)	50.0%	10.0%	
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. W. Atkins, J. De Paula. Chemia fizyczna, PWN</li> <li>2. I. N. Levine. Physical Chemistry, McGraw-Hill</li> <li>3. Uruska I. (redakcja), Zbiór zadań z chemii fizycznej, Wydawnictwo PG</li> <li>4. Uruska I., Zbiór zadań testowych z chemii fizycznej, Wydawnictwo PG</li> <li>5. zasoby sieciowe: wikipedia, notatki z wykładów, etc.</li> </ol>	
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. G. Barrow. "Chemia fizyczna", PWN</li> <li>2. D. W. Ball. "Physical Chemistry", Thompson / Brooks-Cole</li> <li>3. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, "Chemia fizyczna", PWN,</li> <li>4. D. M. Zuckerman "Statistical physics of biomolecules", CRC Press</li> </ol>	
	Adresy eZasobów	Adresy na platformie eNauczanie: Chemia Fizyczna Biotechnologia sem III 2023/2024 - Moodle ID: 33805 <a href="https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33805">https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33805</a>	

<p>Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania</p>	<p>(a) przykładowe tematy prezentacji</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Równanie van der Waalsa (izotermie sprężania gazu, znaczenie współczynników w równaniu vdW, krzywe przemian fazowych dla tego równania, konstrukcja Maxwella: rozwiązanie ad hoc)</li> <li>2. FRET (rezonans Forstera, zależność wydajności od wzajemnego położenia chromoforów, mikroskop konfokalny, przykład zastosowań - przejścia konformacyjne w syntazie ATP lub inicjacja transkrypcji przez polimerazę DNA, smFRET)</li> <li>3. Mikroskop sił atomowych (zasada działania mikroskopu, umocowanie biomakrocząstek do igły/ podłoża, zastosowania: rozwijanie białek, mechanical mapping)</li> </ol> <p>(b) przykładowe projekty</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Białka błonowe stanowią istotny element regulujący komunikację komórki ze środowiskiem zewnętrznym, m.in. przez transport jonów. Tu przekonamy się, jaki wpływ ma sekwencja aminokwasowa białka na jego oddziaływanie z błoną komórkową.</li> <li>2. Analiza efektów mutacji pojedynczych aminokwasów pozwala na pośrednie badanie mechanizmów zwijania białek. W tym przypadku sprawdzimy, jaki wpływ na kinetykę fałdowania i rozwijania pewnego białka bakteryjnego ma mutacja reszty odpowiedzialnej za jego wyjątkową stabilność.</li> </ol> <p>Wybrane pytania egzaminacyjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Substrat A może ulegać przekształceniu do dwóch produktów B i C. Standardowa energia Gibbsa i energia Gibbsa aktywacji dla produktu B wynoszą, odpowiednio, -50 i 80 kJ/mol a dla produktu C , odpowiednio, -15 i 20 kJ/mol. Który z produktów będzie dominował, gdy reakcję przeprowadzimy w niskiej temperaturze, a który, gdy w wysokiej, pozwalającej na ustalenie się stanu równowagi? Dlaczego? Jak można wyznaczyć stosunek stężeń obu produktów w warunkach niskiej temperatury?</li> <li>2. Wiadomo, że rozciąganie gumki recepturki wiąże się z porządkowaniem cząsteczek polimeru w gumie; wynikający stąd spadek entropii jest główną siłą przeciwdziałającą rozciąganiu. Czy po podgrzaniu rozciągana gumka będzie stawiała większy, czy mniejszy opór? Dlaczego?</li> <li>3. W kalorymetrze o pojemności cieplnej 0,4 kJ/K badano proces zwijania pewnego białka. Ustalono, że w temperaturze 330 K rozwinięciu 0,01 mola tego białka towarzyszy spadek temperatury kalorymetru o 1 K. Wiedząc że zmiana entropii układu w procesie zwijania tego białka wynosi -0,1 kJ/(mol K), ustal, czy w komórce (T = 300 K) w stanie równowagi dominuje forma zwinięta czy rozwinięta tego białka. Przyjmij, że dla procesu zwijania <math>C_p = 0</math>. W jaki sposób na podstawie tych danych można wyznaczyć ułamki molowe (frakcje) formy zwiniętej i rozwiniętej białka (nie obliczaj końcowych wartości, wskaż tylko wzór i podstaw dane)?</li> </ol>
<p>Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu</p>	<p>Nie dotyczy</p>

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.