



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	CHEMIA FIZYCZNA, PG_00054877						
Kierunek studiów	Biotechnologia						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2021 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu	2022/2023				
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	dr hab. inż. Jacek Czub					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr hab. inż. Jacek Czub dr inż. Mateusz Kogut 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 w praktyce wiedzę teoretyczną w zakresie programu przedmiotu do rozwiązywania problemów praktycznych o charakterze obliczeniowym. Student uczy się tworzyć schematy rozwiązań problemów o różnym stopniu trudności. Student uczy się w jaki sposób ogólne prawa termodynamiki i kinetyki mogą zostać wykorzystane do rozwiązania konkretnych problemów biologicznych. Student uczy się przekazywać nowo zdobytą wiedzę oraz prezentować wyniki swojej pracy w sposób zrozumiały i komunikatywny.	[SU1] Ocena realizacji zadania [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. Student poznaje elementy teorii procesów transportu i oddziaływań międzycząsteczkowych. Student stosuje poznane prawa do ilościowego opisu reakcji i procesów (bio)chemicznych, równowag fazowych i właściwości koligatywnych.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji				

<p>Treści przedmiotu</p>	<p>Wykład</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 Boltzmanna; 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 Henryego; aktywności, stany standardowe, w tym biologiczny stan standardowy; właściwości koligatywne i właściwości osmotyczne roztworów; reguła faz Gibbsa; równowaga ciecz-para i ciecz-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 kierunku 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 błędzenie losowe; równanie dyfuzji i jego rozwiązania; relacja Einsteina-Smoluchowskiego; równanie Stokesa; lepkość dynamiczna; solwatacja jonów, mechanizm Grotthusa; dyfuzja w zewnętrznym potencjale i równanie Smoluchowskiego; teorie szybkości zmian konformacyjnych i reakcji chemicznych; teoretyczny opis elektroforezy <p>Ćwiczenia rachunkowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 ciecz 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 <p>Seminarium</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (sprzęganie procesów samorzutnych i niesamorzutnych, kataliza enzymatyczna, biochemiczne reakcje redoks)
<p>Wymagania wstępne i dodatkowe</p>	<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
	Prezentacja rozwiązane go problemu (seminarium)	50.0%	10.0%
	Sprawdzian w trakcie semestru (2, ćwiczenia)	50.0%	20.0%
	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"> 1. P. W. Atkins, J. De Paula. Chemia fizyczna, PWN 2. I. N. Levine. Physical Chemistry, McGraw-Hill 3. Uruska I. (redakcja), Zbiór zadań z chemii fizycznej, Wydawnictwo PG 4. Uruska I., Zbiór zadań testowych z chemii fizycznej, Wydawnictwo PG 5. zasoby sieciowe: wikipedia, notatki z wykładów, etc. 	
	Uzupełniająca lista lektur	<ol style="list-style-type: none"> 1. G. Barrow. "Chemia fizyczna", PWN 2. D. W. Ball. "Physical Chemistry", Thompson / Brooks-Cole 3. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, "Chemia fizyczna", PWN, 4. D. M. Zuckerman "Statistical physics of biomolecules", CRC Press 	
	Adresy eZasobów		
Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	<p>(a) przykładowe tematy prezentacji</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Równanie van der Waalsa (izotermi sprężania gazu, znaczenie współczynników w równaniu vdW, krzywe przemian fazowych dla tego równania, konstrukcja Maxwella: rozwiązanie ad hoc) 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) 3. Mikroskop sił atomowych (zasada działania mikroskopu, umocowanie biomakrocząsteczek do igły/podłoża, zastosowania: rozwijanie białek, mechanical mapping) <p>(b) przykładowe projekty</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 2. Analiza efektów mutacji pojedynczych aminokwasów pozwala na pośrednie badanie mechanizmów związania białek. W tym przypadku sprawdzimy, jaki wpływ na kinetykę fałdowania i rozwijania pewnego białka bakteryjnego ma mutacja reszty odpowiedzialnej za jego wyjątkową stabilność. <p>Wybrane pytania egzaminacyjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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? 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? 3. W kalorymetrze o pojemności cieplnej 0,4 kJ/K badano proces związania 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 związania 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 związania $C_p = 0$. 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)? 		
	Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy	