



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 Boltzmann; 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 rozwiązaneo 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"> 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 | Adresy na platformie eNauczanie: Chemia Fizyczna Biotechnologia sem III 2023/2024 - Moodle ID: 33805 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=33805 | |

| | |
|--|--|
| <p>Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania</p> | <p>(a) przykładowe tematy prezentacji</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Równanie van der Waalsa (izotermie 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 zwijania 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 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 $C_p = 0$. 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)? |
| <p>Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu</p> | <p>Nie dotyczy</p> |