



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez  
Unię Europejską w ramach  
Europejskiego Funduszu  
Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Chemia fizyczna		13.3.0718	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Katedra Chemii Fizycznej.			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	wszystkie
Wydział Chemii	Biznes chemiczny	forma	wszystkie
		moduł	wszystkie
		specjalnościowy	wszystkie
		specjalizacja	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
prof. dr hab. Janusz Rak; dr inż. Beata Zadykowicz; dr Magdalena Zdrowowicz-Żamojć; mgr Milena Pieńkos; dr Samanta Romanowska; prof. UG, dr hab. Piotr Storoniak; prof. UG, dr hab. Karol Krzymiński; dr Lidia Chomicz-Mańka; mgr Anna Romanowska; prof. UG, dr hab. Artur Sikorski			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		7	
Wykład, Ćw. audytoryjne, Ćw. laboratoryjne		zajęcia 105 godz.	
<b>Sposób realizacji zajęć</b>		konsultacje 15 godz.	
zajęcia w sali dydaktycznej		praca własna studenta 55 godz.	
<b>Liczba godzin</b>		RAZEM: 175 godz. - 7 ECTS	
Ćw. laboratoryjne: 45 godz., Ćw. audytoryjne: 30 godz., Wykład: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2021/2022 letni			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
obowiązkowy		polski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rozwiązywanie zadań</li> <li>- Wykonywanie doświadczeń</li> <li>- Wykład z prezentacją multimedialną</li> </ul>		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaliczenie na ocenę</li> <li>- Egzamin</li> </ul>	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi</li> <li>- kolokwium</li> </ul>	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	

Skala ocen zgodna z Regulaminem Studiów UG. Zaliczenie w przypadku uzyskania minimum 51% punktów.

- wykład: Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych; przedmiot zaliczają osoby, które poprawnie odpowiedzą na co najmniej 51% pytań. Studenci, którzy nie uzyskują wymaganego progu zaliczeniowego, przystępują do egzaminu ustnego.
- ćwiczenia audytoryjne: warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest uzyskanie z każdego z dwóch kolokwium minimum 51% punktów obejmujących problematykę ćwiczeń audytoryjnych; ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen uzyskanych z kolokwium. Studenci, którzy nie uzyskują wymaganego progu zaliczeniowego przystępują do kolokwium poprawkowego z zakresu kolokwium, z którego zdobyli mniej niż 51% punktów.
- ćwiczenia laboratoryjne - na ocenę ze sprawozdań składa się: przestrzeganie zasad bezpieczeństwa, uzyskanie poprawnych wyników badań (w odniesieniu do wartości literaturowych, w zakresie dopuszczalnego błędu statystycznego), poprawna analiza wyników eksperymentalnych, umiejętność ilustracji graficznej wybranych zależności fizykochemicznych; na ocenę z kolokwium składa się: poprawność odpowiedzi (ustnej lub pisemnej) na postawione pytania poprawność odpowiedzi (ustnej lub pisemnej) na postawione pytania (przywołanie odpowiedniej teorii i poprawnych wzorów wraz z jednostkami), poprawność zastosowanych teorii i zależności oraz po-prawny wynik rozwiązywanych zadań; Warunkiem uzyskania oceny pozytywnej jest uzyskanie z każdego z kolokwium wejściowych i każdego ze sprawozdań minimum 51% punktów obejmujących tematykę wykonywanych eksperymentów; ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen uzyskanych ze sprawozdań i kolokwium wejściowych.

### Sposób weryfikacji założonych efektów kształcenia

Sposób weryfikacji przyswojenia wiedzy:

Ocena poprawności rozwiązywania zadań, zastosowania podstawowych praw i teorii z zakresu chemii fizycznej; ocena znajomości właściwości fizykochemicznych, które posiadają badane związki bazując na informacjach strukturalnych. Na podstawie kolokwium i egzaminu ocena prawidłowości opisanego zjawiska fizykochemicznego, za pomocą języka matematyki wyższej. Ocena rozwiązania zadań wymagających znajomości podstawowych metod obliczeniowych. Ocena znajomości oraz zasady budowy podstawowej aparatury i sprzętu pomiarowego, wykorzystywanego w badaniach fizykochemicznych jest bezpośrednio weryfikowana podczas zajęć laboratoryjnych. Obserwacja i ocena zachowania studenta na swoim stanowisku pracy zgodnie z zasadami BiHP oraz weryfikacja jego świadomości bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym (K\_BCh\_W02, K\_BCh\_W03, K\_BCh\_W7).

Sposób weryfikacji nabycia umiejętności:

Analiza samodzielności i prawidłowości:

- wykonywania planowych eksperymentów w laboratorium;
- poprawnego wyciągania wniosków z wyników swoich pomiarów i przedstawiania ich w formie pisemnych sprawozdań ;
- doboru odpowiedniego sprzętu do analizy eksperymentalnej;
- stosowania języka naukowego opracowania (sprawozdania), stosowania metod statystycznych oraz oprogramowania komputerowego;
- samodzielności przygotowania się do kolokwium i egzaminu (K\_BCh\_U02, K\_BCh\_U03, K\_BCh\_U08)

Sposób weryfikacji nabrania kompetencji społecznych:

Stwierdzenie uczestnictwa w konsultacjach i przygotowania do zajęć poprzez zdobywanie informacji w różnych źródłach i dzielenie się zdobytą wiedzą z osobami, z którymi wykonuje ćwiczenia. Obserwacja podczas wykonywania ćwiczenia laboratoryjnego, zgodnie z ustalonymi procedurami z zachowaniem zasad bezpieczeństwa (K\_BCh\_K02).

### Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi

#### A. Wymagania formalne

chemia ogólna, podstawy matematyki wyższej, podstawy fizyki

#### B. Wymagania wstępne

Znajomość chemii ogólnej na poziomie studiów I stopnia, znajomość podstawowych pojęć i zasad z zakresu matematyki i fizyki, umiejętność przeprowadzenia eksperymentów chemicznych i fizycznych, znajomość zasad budowy i działania aparatury chemicznej, umiejętność analizy danych aparaturowych, znajomość podstawowych zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium chemicznym.

### Cele kształcenia

Zaznajomienie studentów z opisem procesów nieodwracalnych i funkcjonowania przyrody na gruncie termodynamiki, z fizyko-chemicznym opisem zjawiska adsorpcji i osmozy, opisem układów koloidalnych – ich właściwości i znaczenia w przyrodzie, z fenomenologicznym opisem zmian chemicznych w czasie na gruncie kinetyki chemicznej, z opisem oraz zastosowaniami zjawisk katalizy, z opisem i wykorzystaniem procesów

elektrochemicznych, z opisem zjawiska korozji oraz metodami jej zapobiegania, z opisem i zastosowaniem metod spektroskopowych. Przygotowanie do określania symetrii kryształów, wyznaczania parametrów komórki elementarnej oraz współrzędnych atomów w sieci krystalicznej, do korzystania z krystalograficznych baz danych i używania danych strukturalnych w opisie właściwości i zachowania struktur krystalicznych. Nabycie umiejętności rozumienia i opisu ilościowego przemian fizycznych, reakcji chemicznych oraz posługiwania się danymi fizykochemicznymi w celu przygotowania do studiowania innych przedmiotów, a także praktycznego wykonywania różnorodnych pomiarów fizykochemicznych, opisywania wyników tych pomiarów oraz ich krytycznej interpretacji.

### Treści programowe

#### • Problematyka wykładu:

Podstawy termodynamiki chemicznej procesów odwracalnych – podstawowe wielkości i relacje między nimi, zasady termodynamiki. Fenomenologiczna i molekularna interpretacja energii i entropii. Termodynamika – podstawowe zależności, obliczenia. Termodynamiczne kryteria równowagi, stała równowagi. Termodynamika powstawania roztworów doskonałych i rzeczywistych. Termodynamika procesów nieodwracalnych – bodźce i przepływy termodynamiczne, źródło entropii, stany niestacjonarne, stacjonarne i stan równowagi. Funkcjonowanie przyrody na gruncie termodynamiki. Właściwości fizykochemiczne gazów, cieczy i ciał stałych. Równowagi fazowe – diagramy fazowe, fizykochemiczne podstawy procesów destylacji, rektyfikacji, krystalizacji i ekstrakcji. Zjawiska powierzchniowe i transportu. Procesy sorpcji na granicy międzyfazowej oraz na powierzchni faz stałych. Układy koloidalne – otrzymywanie, budowa, właściwości fizykochemiczne. Osmoza. Kinetyka chemiczna – procesy elementarne i złożone, teoria absolutnej szybkości reakcji. Kataliza homo- i heterogeniczna – mechanizmy, znaczenie technologiczne i w przyrodzie. Elektrochemiczne procesy samorzutne i wymuszone – ogniwa, elektroliza. Korozja – typy, mechanizm, znaczenie technologiczne i w życiu codziennym. Elementy spektroskopii – oddziaływanie materii ze światłem, widma optyczne, reguły wyboru, aparatura stosowana w pomiarach spektroskopowych, widma rotacyjne, oscylacyjne, Ramana oraz elektronowe. Stan krystaliczny. Elementy krystalografii geometrycznej. Wyznaczanie parametrów sieci krystalicznej, symetria kryształu, wyznaczanie współrzędnych atomowych, interpretacja wyników rentgenowskiej analizy strukturalnej.

#### • Problematyka ćwiczeń audytoryjnych:

Obliczenia zmian energii wewnętrznej, ciepła i pracy dla procesów fizycznych i reakcji chemicznych. Obliczenia zmian entropii, energii swobodnej i entalpii swobodnej przemian fizycznych i reakcji chemicznych. Wyznaczanie stałej równowagi chemicznej, obliczanie entalpii swobodnej na podstawie stałej równowagi chemicznej, izoterma van't Hoffa. Obliczanie temperatury krytycznej, temperatury topnienia, aktywności i współczynników aktywności. Równowagi fazowe, reguła faz Gibbsa. Identyfikowanie rzędu reakcji, wyprowadzanie równań kinetycznych na podstawie mechanizmów reakcji, określanie kinetyki reakcji złożonych, wyprowadzanie i korzystanie ze scałkowanych postaci równań kinetycznych, obliczenia z zastosowaniem równania Arrheniusa, teorii zderzeń aktywnych, teorii stanu przejściowego. Obliczanie przewodności właściwej i równoważnikowej, ruchliwości oraz prędkości poruszania się jonów w roztworze, wyznaczanie liczb przenoszenia jonów metodą Hittorfa oraz metodą ruchomej granicy, określanie promienia hydrodynamicznego jonów. Korzystanie z potencjałów normalnych do wyznaczania stałych równowag chemicznych, obliczenia z wykorzystaniem równania Nernsta, wyznaczanie SEM ogniwa pracującego oraz współczynników aktywności jonów, obliczanie funkcji termodynamicznych reakcji biegnących w ogniwach, obliczenia współczynników temperaturowych ogniw.

#### • Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych:

Wyznaczanie stałej dysocjacji w oparciu o pomiary spektroskopowe; obliczenia oparte o prawo L-B; zastosowania pomiarów spektroskopowych; zasada działania spektrofotometru UV-VIS; metody wyznaczania momentu dipolowego; moment dipolowy a struktura cząsteczki; polaryzowalność a wiązania chemiczne; refrakcja molowa; rodzaje polaryzacji cząsteczki; zachowanie cząsteczki w polu elektrycznym; wyznaczanie współczynnika załamania światła; zasada działania dielektrometru. Zasada pomiarów kalorymetrycznych (z uwzględnieniem biegu termometru, pojemności cieplnej, budowy bomby kalorymetrycznej i ograniczeń metody); diagramy równowagi ciecz-para dla układów dwuskładnikowych mieszających się nieograniczenie (izotermi i izobary); reguła dźwigni; destylacja frakcyjna układów zeotropowych i azeotropowych; współczynnik załamania światła i jego pomiar. Podstawowe typy izoterm adsorpcji fizycznej (Langmuira, Freundlicha, BET); powierzchnia właściwa i jej obliczanie; zastosowanie zjawiska adsorpcji. Kulometria, metody wyznaczania liczby przenoszenia jonów; budowa konduktometru, kalibrowanie sondy konduktometrycznej, wyznaczanie stałej dysocjacji na podstawie pomiarów przewodnictwa; proces elektrolizy, elektroliza kwasów, zasad i soli; metody pomiaru SEM oraz wyznaczania współczynnika aktywności; współczynnik pH i jego pomiar potencjometryczny, pehametry, elektroda szklana, kalomelowa, chinhydranowa, antymonowa, charakterystyka elektrod. Wyznaczanie energii aktywacji, wpływ katalizatora na przebieg reakcji, precyzyjna kontrola temperatury reakcji.

### Wykaz literatury

A. Literatura wymagana do ostatecznego zaliczenia zajęć (zdania egzaminu):

Chemia fizyczna. K. Pigoń, Z. Ruziewicz (2005) PWN

Praca zbiorowa, red. W. Moska, Ćwiczenia laboratoryjne z chemii fizycznej i fizyki chemicznej, Wydawnictwo UG, Gdańsk 1992.

P.W. Atkins, Podstawy chemii fizycznej, PWN Warszawa 1999.

P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN Warszawa 2001.

P.W. Atkins, C.A. Trapp, M.P. Cady, C. Giunta, Chemia fizyczna. Zbiór zadań z rozwiązaniami, PWN Warszawa 2001.

B. Literatura uzupełniająca

Praca zbiorowa, Chemia fizyczna, PWN Warszawa, 1980.

G.M. Barrow, Chemia fizyczna, PWN Warszawa 1971.

R. Brdička, Podstawy chemii fizycznej, PWN Warszawa 1970.

### Kierunkowe efekty kształcenia

K\_BCh\_W02 wymienia podstawowe prawa i teorie z zakresu chemii, fizyki i matematyki niezbędne do

### Wiedza

• ma ogólną wiedzę w zakresie podstawowych koncepcji, zasad i teorii w zakresie chemii fizycznej,

<p>formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich</p> <p>K_BCh_W03 opisuje techniki matematyki wyższej oraz narzędzia informatyczne niezbędne do opisu oraz modelowania zjawisk chemicznych i procesów technologicznych</p> <p>K_BCh_U07 opisuje budowę i zasady działania podstawowej aparatury naukowej, technologicznej i kontrolno-pomiarowej</p> <p>K_BCh_U02 stosuje podstawowe metody, techniki i narzędzia w formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich z zakresu chemii</p> <p>K_BCh_U03 planuje, dobiera właściwy sprzęt i aparaturę badawczo-pomiarową oraz wykonuje proste eksperymenty chemiczne; dokonuje analizy wyników i na ich podstawie formułuje wnioski</p> <p>K_BCh_U08 właściwie posługuje się nomenklaturą chemiczną i terminologią inżynierską</p> <p>K_BCh_K02 pracuje indywidualnie wykazując inicjatywę i samodzielność w działaniach oraz efektywnie współdziała w zespole, pełniąc w nim różne role</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozumie i potrafi wytłumaczyć opisy prawidłowości, zjawisk i procesów wykorzystując język matematyki, w szczególności potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa i twierdzenia,</li> <li>• identyfikuje aparaturę naukowo-badawczą, z którą zetknął się podczas studiów oraz tłumaczy zasady jej działania.</li> </ul>
	<p><b>Umiejętności</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykonuje zaplanowane eksperymenty,</li> <li>• potrafi analizować problemy oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane prawa i metody,</li> <li>• potrafi planować i wykonywać proste badania doświadczalne lub obserwacje oraz analizować wyniki,</li> <li>• wyciąga wnioski z przeprowadzonych badań oraz dowodzi ich prawidłowości w oparciu o dostępne dane literaturowe.</li> <li>• rozwiązuje zadania stosując teorie i wzory z zakresu treści programowych</li> </ul>
	<p><b>Kompetencje społeczne (postawy)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pracuje samodzielnie,</li> <li>• dba o bezpieczeństwo podczas wykonywania eksperymentów,</li> <li>• przestrzega poczynionych ustaleń dotyczących przeprowadzanych eksperymentów,</li> <li>• potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.</li> </ul>
<p><b>Kontakt</b></p> <p>janusz.rak@ug.edu.pl</p>	