

Szczegółowy opis zajęć (KARTA PRZEDMIOTU)

Nazwa zajęć:	Chemia Fizyczna
Kod zajęć:	
Przynależność do grupy zajęć:	
Rodzaj zajęć:	podstawowy obowiązkowy
Kierunek studiów:	CHEMIA
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Forma studiów:	stacjonarne
Specjalność (specjalizacja):	-
Rok studiów:	2
Semestr studiów:	3
Formy prowadzenia zajęć, wraz z liczbą godzin dydaktycznych:	wykłady – 3 godz ćwiczenia – 2 godz
Język/i, w którym/ch prowadzone są zajęcia:	polski
Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów):	6

* – pozostawić właściwe

1. Założenia przedmiotu: Zapoznanie studentów z własnościami stanów skupienia, podstawowymi zagadnieniami termodynamiki chemicznej, statyki chemicznej oraz kinetyki chemicznej z elementami katalizy oraz podstawowymi prawami i teoriami zjawisk i procesów fizykochemicznych oraz ich wykorzystaniem w technice i w życiu codziennym.
2. Odniesienie kierunkowych efektów uczenia się do form prowadzenia zajęć oraz sposobów weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta:

symbol	zakładane efekty uczenia się <i>student, który zaliczył zajęcia:</i>	formy prowadzenia zajęć	sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się
Wiedza: zna i rozumie			
K1A_W01	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie chemii ogólnej, nieorganicznej, organicznej, fizycznej i analitycznej	Wykład, ćwiczenia rachunkowe	Egzamin pisemny, kolokwium pisemne
K1A_W11	Ma podstawową wiedzę w zakresie teoretycznego opisu materii i zjawisk chemicznych	Wykład, ćwiczenia rachunkowe	Egzamin pisemny, kolokwium pisemne
K1A_W13	Ma wiedzę o przebiegu reakcji chemicznych i stosowanych układach katalitycznych	Wykład, ćwiczenia rachunkowe	Egzamin pisemny, kolokwium pisemne, odpowiedź przy tablicy
K1A_W14	Zna podstawy statyki, kinetyki i termodynamiki chemicznej	Wykład, ćwiczenia rachunkowe	Egzamin pisemny, kolokwium pisemne, odpowiedź przy tablicy
Umiejętności: potrafi			
...	...		
...	...		
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
...	...		
...	...		
...	...		

3. Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się (zgodnie z programem studiów):

Układ, otoczenie, układy zamknięte i otwarte. Stan układu, parametry stanu układu, funkcje stanu. Energia wewnętrzna. Praca elementarna, praca objętościowa i nieobjętościowa. Entalpia. Pierwsza zasada termodynamiki. Ciepło właściwe w stałej objętości i pod stałym ciśnieniem. Zależność C_p od temperatury. Zależność pomiędzy C_p i C_v . Zależność między energią wewnętrzną i entalpią reakcji. Prawo Hessa. Molowa entalpia spalania, entalpia tworzenia. Zależność ciepła reakcji od temperatury. Prawo Kirchhoffa. Druga zasada termodynamiki. Entropia. Energia swobodna i entalpia swobodna. Kryteria równowagi termodynamicznej. Związki matematyczne między funkcjami termodynamicznymi. Równania Gibbsa-Helmholtza. Entropia molowa jako funkcja temperatury. Teoremat Nernsta i postulat Plancka (trzecia zasada

termodynamiki).

STANY SKUPIENIA

Gazy: Gaz doskonały, prawo Boyle'a-Mariotte'a, prawo Gay-Lussaca, prawo Charlesa, równanie stanu gazu doskonałego, prawo Daltona. Energia wewnętrzna, entalpia i entropia gazu doskonałego. Model gazu doskonałego (teoria kinetyczno-cząsteczkowa). Ciepło molowe gazów doskonałych. Gazy rzeczywiste. Niedoskonałe zachowanie się gazów, współczynnik ściśliwości, temperatura Boyle'a. Równanie van der Waalsa, równanie Berthelota, równanie wirialne. Skraplanie gazów i zjawiska krytyczne. Równanie van der Waalsa a stan krytyczny. Dyfuzja gazów, pierwsze i drugie prawo Ficka.

Ciecze : Ruch cząsteczek w cieczach, siły wzajemnego oddziaływania, wykres zależności energii potencjalnej od odległości cząsteczek. Właściwości cieczy. Ściśliwość, lepkość, równanie Newtona, lepkość dynamiczna i kinematyczna, równanie Poiseuille'a, napięcie powierzchniowe. Ciekłe kryształy i ich zastosowania. Ciała stałe: Ogólna charakterystyka fazy stałej. Ciepło molowe ciał stałych. Energia sieci krystalicznej, cykl Born-Habera. Przewodnictwo elektryczne ciał stałych: teoria elektronowa metali, teoria pasmowa ciała stałego, podział na przewodniki, izolatory i półprzewodniki.

STATYKA CHEMICZNA

Potencjał chemiczny, aktywność termodynamiczna składnika mieszaniny. Równanie Gibbsa-Duhema. Prawo działania mas i jego zastosowanie. Zależność między standardową entalpią swobodną ΔG^0 a stałą równowagi reakcji (izoterma van't Hoffa). Zależność stałej równowagi reakcji od temperatury - izobara van't Hoffa. Zasada Le Chateliera - Brauna (reguła przekory).

KINETYKA

Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej: szybkość reakcji, równanie kinetyczne, rząd reakcji, stała szybkości, cząsteczkowość reakcji, stopień przemiany (przereagowania) α , czas połowicznej przemiany $\tau_{1/2}$. Równania kinetyczne prostych reakcji. Reakcje rzędu: zerowego, pierwszego, drugiego, trzeciego. Równania kinetyczne reakcji złożonych: reakcje wyraźnie odwracalne, reakcje równoległe, reakcje następcze. Wyznaczanie parametrów kinetycznych reakcji: metoda różnicowa van't Hoffa, metoda izolacyjna (nadmiaru) Ostwalda, metoda całkowa. Wpływ temperatury na szybkość reakcji, równanie Arrheniusa, energia aktywacji reakcji. Teoria kompleksu aktywnego (stanu przejściowego, bezwzględnej szybkości reakcji) . Teoria zderzeń aktywnych. Kataliza - podstawowe pojęcia, charakterystyka różnych rodzajów katalizy. Przykładowe zastosowania katalizy w przemyśle.

RÓWNOWAGI FAZOWE

Prawo równowagi w układzie wielofazowym i wieloskładnikowym, reguła faz. Układy jednoskładnikowe wielofazowe, równanie Clausiusa-Clapeyrona. Wykresy fazowe wody, CO₂ i siarki. Układy wieloskładnikowe jednofazowe. Funkcje termodynamiczne składników roztworu, potencjał chemiczny jako funkcja składu roztworu. Układy dwuskładnikowe wielofazowe (faza ciekła-para). Równowaga mieszaniny dwu cieczy z parą. Prawo Raoult'a. Układy doskonałe i niedoskonałe. Układy wykazujące dodatnie i ujemne odchylenia od prawa Raoult'a. Rozpuszczalność gazów w cieczach - prawo Henry'ego. Izotermiczne równowagi ciecz-para układów dwuskładnikowych: skład pary w równowadze z cieczą. Układy zeotropowe i azeotropowe, azeotropy ujemne, azeotropy dodatnie. Izobaryczne równowagi ciecz-para układów dwuskładnikowych: układy zeotropowe, azeotrop ujemny, azeotrop dodatni. Destylacja i rektyfikacja mieszanin dwuskładnikowych i wieloskładnikowych. Układy dwuskładnikowe ciekłe (równowaga ciecz-ciecz). Górna krytyczna temperatura mieszalności, dolna krytyczna temperatura mieszalności, wykresy fazowe układów dwuskładnikowych częściowo mieszających się cieczy. Układy dwuskładnikowe wielofazowe (faza stała-ciecz). Układy eutektyczne dwuskładnikowe proste. Układy dwuskładnikowe, w których w całym zakresie stężeń tworzą się roztwory stałe. Układy trójskładnikowe ciekłe, trójkąt Gibbsa. Układy: jedna para cieczy, dwie pary cieczy, trzy pary cieczy o ograniczonej rozpuszczalności wzajemnej. Równowagi w układach trójskładnikowych. Prawo podziału Nernsta.

RÓWNOWAGI W ROZTWORACH ROZCIEŃCZONYCH

Obniżenie temperatury krzepnięcia roztworu, stała krioskopowa, wyznaczanie masy cząsteczkowej substancji nietlotnej. Pomiar temperatury krzepnięcia. Obniżenie prężności pary roztworu substancji nietlotnej. Podwyższenie temperatury wrzenia roztworu substancji nietlotnej, stała ebulioskopowa. Równowaga osmotyczna. Zjawisko osmozy. Ciśnienie osmotyczne.

ZJAWISKA POWIERZCHNIOWE

Zjawisko adsorpcji. Zjawiska na granicy faz ciało stałe-gaz lub ciało stałe-ciecz. Podstawowe pojęcia adsorpcji. Adsorpcja na granicy faz ciecz-gaz, równanie Gibbsa, substancje powierzchniowo czynne. Wpływ błonek adsorpcyjnych na właściwości powierzchni, flotacja. Rodzaje adsorpcji, cechy charakterystyczne

adsorpcji fizycznej i chemicznej. Izotermy adsorpcji fizycznej. Izotermy adsorpcji chemicznej. Zastosowania adsorpcji, chromatografia. Znaczenie adsorpcji w katalizie heterogenicznej.

4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

Forma aktywności	Liczba godzin / punktów ECTS
Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia	75 / 2.5
Praca własna studenta 1* - przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych i kolokwium	60 / 2
Praca własna studenta 2* - przygotowanie do egzaminu	45 / 1.5
Inne**	
Suma godzin	180
Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć	6

Objaśnienia:

* – praca własna studenta, należy wymienić formy aktywności, np. *przygotowanie do zajęć, interpretacja wyników, opracowanie raportu z zajęć, przygotowanie do egzaminu, zapoznanie się z literaturą, przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania itp.*

** – inne np. *dotatkowe godziny zajęć*

5. Wskaźniki sumaryczne:

- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów: **75 / 2.5**
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach związanych z prowadzoną w Politechnice Śląskiej działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim: **75 / 2.5**
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach kształtujących umiejętności praktyczne – w przypadku studiów o profilu praktycznym: **0 / 0**
- liczba godzin zajęć prowadzonych przez nauczycieli akademickich zatrudnionych w Politechnice Śląskiej jako podstawowym miejscu pracy: **75 / 2.5**

6. Osoby prowadzące poszczególne formy zajęć (*imię, nazwisko, stopień naukowy lub stopień w zakresie sztuki, tytuł profesora, służbowy adres e-mail*):

wykład - Mieczysław Łapkowski, prof. dr hab. inż., Mieczyslaw.Lapkowski@polsl.pl

ćwiczenia rachunkowe – Pavel Chulkin, dr inż., Pavel.Chulkin@polsl.pl

7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:

.

- stosowane metody kształcenia, w tym metody i techniki kształcenia na odległość:

wykład, wykład on-line, prezentacja multimedialna

- forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

Egzamin pisemny - esej, egzamin online – esej lub test wielokrotnego wyboru. Ilość pkt max – 20, min ilość pkt potrzebna do zaliczenia egzaminu – 10. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie pozytywnej oceny z ćwiczeń rachunkowych.

ocena z egzaminu:

ilość pkt ocena

10 – 11.9 dostateczny (3.0)

12 – 13.9 dostateczny plus (3.5)

14 – 15.9 dobry (4.0)

16 – 17.9 dobry plus (4.5)

18-20 bardzo dobry (5.0)

- Uczestnictwo w wykładach nie jest obowiązkowe. Udział w wykładach premiowany jest dodatkowymi pkt w ilości 0.2 pkt za każdorazowe uczestnictwo w zajęciach (max. $15 \cdot 0.2 = 3$ pkt w semestrze), które dolicza się do pkt uzyskanych w pierwszym terminie egzaminu.

- szczegółowe treści programowe:

- Pierwsza zasada termodynamiki i termochemia
- Druga i trzecia zasada termodynamiki
- Zastosowania praw termodynamiki do opisu równowag w układach jednoskładnikowych (r. Clausiusa–Clapeyrona)
- Statyka chemiczna

wykład, wykład on-line, prezentacja multimedialna, odpowiedź przy tablicy, dyskusja, udział w forum dyskusyjnym zamieszczonym na <https://platforma.polsl.pl>, zadania do samodzielnego rozwiązania.

- forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych:

Ocenie punktowej podlegają kolokwia, kartkówki i aktywność na ćwiczeniach.

W czasie semestru organizowane są dwa kolokwia, trzy kartkówki oraz jedno kolokwium poprawkowe. Za rozwiązanie jednego zadania można otrzymać 2 pkt, w ocenie którego uwzględnia się, m.in. zrozumienie treści zadania, prawidłowość użycia wzorów i danych, prawidłowość wykonania obliczeń, znajomość jednostek.

Wartość punktowa poszczególnych składników zaliczenia wynosi:

kolokwia 2 kolokwia x 3 zadania x 2 pkt = 12 pkt

kartkówki 3 kartkówki x 1 zadanie x 2 pkt = 6 pkt

aktywność na zajęciach 2 pkt

Maksymalna ilość punktów wynosi 20 pkt, minimalna, niezbędna do uzyskania zaliczenia – 10 pkt. Uzyskanie mniejszej ilości punktów niż 10.0 wymaga uzupełnienia tej ilości w ramach kolokwium poprawkowego. Warunkiem przystąpienia do kolokwium poprawkowego jest uzyskanie w czasie semestru minimum 5.0 punktów. W ramach kolokwium poprawkowego rozwiązuje się trzy zadania, których łączna wartość punktowa wynosi 6.0. Minimalna ilość punktów zaliczająca kolokwium poprawkowe wynosi 3.0. Osoby, które uzyskają zaliczenie na kolokwium poprawkowym, jako ocenę końcową z ćwiczeń tablicowych otrzymują ocenę dostateczną (3).

Osoby mające zaliczenie mogą przystąpić do kolokwium poprawkowego w celu poprawienia oceny. W tym przypadku do zebranych uprzednio pkt doliczane będą tylko punkty powyżej minimum zaliczającego te kolokwium (przykładowo: uzyskanie w kolokwium poprawkowym 4.5 pkt pozwala na podwyższenie oceny punktowej o 1.5 pkt). Ocena końcowa z ćwiczeń w zależności od sumy uzyskanych punktów:

punkty	ocena	
18.0 – 20.0	(5)	bardzo dobry
16.5 – 17.9	(4.5)	dobry plus
14.5 – 16.4	(4)	dobry
12.5 – 14.4	(3.5)	dostateczny plus
10.0 – 12.4	(3)	dostateczny

- organizacja zajęć oraz zasady udziału w zajęciach, ze wskazaniem czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa,

Uczestnictwo w ćwiczeniach jest obowiązkowe.

4 / 6

także poprawkowych):

ocena końcowa (OK) jest średnią ważoną oceny z egzaminu OE oraz ćwiczeń rachunkowych OR obliczana w następujący sposób:

$$OK. = 0.6 * O_E + 0.4 * O_R$$

9. Sposób i tryb uzupełniania zaległości powstałych wskutek:

- nieobecności studenta na zajęciach,

Wykład i ćwiczenia: nadrobienie materiału następuje w ramach pracy własnej studenta oraz udział w konsultacjach. Możliwość pisania dodatkowego kolokwium przewidzianego w trybie zaliczania zajęć.

- różnic w programach studiów osób przenoszących się z innego kierunku studiów, z innej uczelni albo wznawiających studia na Politechnice Śląskiej,

Wykład i ćwiczenia: nadrobienie materiału następuje w ramach pracy własnej studenta oraz udział w konsultacjach kontrolowanej w formie pisemnej poprzez dodatkowe kartkówki i kolokwia z zakresu nadrabianego materiału.

10. Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności zajęć:

Matematyka, Fizyka, Chemia ogólna i nieorganiczna

11. Zalecana literatura oraz pomoce naukowe:

- P. W. Atkins, Podstawy chemii fizycznej, PWN, Warszawa 2002
- P. W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 2001
- P.W. Atkins i in., Chemia fizyczna – zbiór zadań z rozwiązaniami, PWN, Warszawa 2001
- K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t. 1-2, PWN, Warszawa 2006
- Praca zbiorowa, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1980
- G. M. Barrow, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa 1971
- R. Brdicka, Podstawy chemii fizycznej, PWN, Warszawa 1970
- J. Izydorczyk, J. Salwiński, W. Turek, Z. Uziel, Termodynamika, statyka chemiczna i równowagi fazowe w przykładach i zadaniach, Wyd. II, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.
- W.Turek, Z.Uziel, „Wykłady i zadania obliczeniowe z kinetyki chemicznej i adsorpcji z elementami katalizy, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010.
- J. Kisielewa, G. Karetnikow, I. Kudriaszow, Zbiór zadań z chemii fizycznej z przykładami, PWN, Warszawa 1969.
- A.Kisza, P.Freundlich, Ćwiczenia rachunkowe z chemii fizycznej, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 2004.
- A.A.Adamson, Zadania z chemii fizycznej, PWN, Warszawa 1978.
- J. Bares i in., Przykłady i zadania z chemii fizycznej, PWT, Warszawa 1961.
- L. Sillen i in., Zbiór zadań z chemii fizycznej, PWN, Warszawa 1955.
- A.W.Adamson, A.P.Gast, Physical chemistry of surfaces, 6th, Wiley-Interscience, New York 1997
- R.Chang, J.Thoman, Physical chemistry for the chemical sciences, University Science Books, New Jersey 2014
- A.Hofmann, Physical Chemistry Essentials, Springer, Heidelberg 2018
- E.Besalu i in., Modern physical chemistry: engineering models, materials, and methods with applications, AAP, Toronto - New Jersey 2019
- T.Engel, P.Reid, Physical chemistry: Quantum Chemistry and Spectroscopy, Pearson Education, New York 2018
- T.Engel, P.Reid, Physical chemistry: Thermodynamics, Statistical Thermodynamics, and Kinetics, Pearson Education, New York 2018
- R.Haghi, J.V.Julián-Ortiz, A.Vakhrushev, Physical chemistry for chemists and chemical engineers: multidisciplinary research perspectives, AAP, Toronto - New Jersey 2018

12. Opis kompetencji prowadzących zajęcia (*np. publikacje, doświadczenie zawodowe, certyfikaty, szkolenia itp. związane z treściami programowymi realizowanymi w ramach zajęć*):

Prowadzący mają wieloletnie doświadczenie dydaktyczne w zakresie chemii fizycznej i przedmiotów pokrewnych. Są też współautorami skryptów oraz publikacji z chemii fizycznej i prowadzą prace badawcze w tym obszarze.

13. Inne informacje: