**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika i kinetyka chemiczna

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. Tadeusz Hofman, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna - profil praktyczny

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

brak

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

-

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 30h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma charakter podstawowy i jego celem jest zaznajomienie studentów z podstawami teoretycznymi oraz praktycznymi zastosowaniami termodynamiki i kinetyki chemicznej.

**Treści kształcenia:**

W części pierwszej wykładu przedstawione zostanie wprowadzenie do termodynamiki klasycznej wraz z jej aksjomatami, ze szczególnym podkreśleniem wynikających z nich praktycznych konsekwencji. Pozostała część wykładu obejmuje zastosowania termodynamiki do opisu różnorodnych układów i procesów w nich zachodzących ze szczególnym naciskiem położonym na równowagi fazowe i zrozumienie informacji zawartej w diagramach fazowych. Poruszane będą następujące grupy zagadnień: równania stanu, opis roztworów rzeczywistych, równowagi fazowe (ciecz-para, ciecz-ciecz i ciecz-ciało stałe) dla substancji czystych i mieszanin, równowagi w układach z reakcją chemiczną. Trzecia część będzie poświęcona kinetyce reakcji chemicznych – omówione zostaną podstawowe typy reakcji chemicznych i sposoby ilościowego opisu zachodzących procesów chemicznych.

Wiadomości uzyskane na wykładach stanowią podstawę do rozwiązywania konkretnych praktycznych zagadnień, szczególnie ważnych w technologii chemicznej. Obejmują one: obliczenia termochemiczne, bilanse entalpowe, zmiany funkcji i parametrów termodynamicznych dla przemian czystych substancji, obliczanie równowag fazowych, konstruowanie i odczytywanie diagramów fazowych, wyznaczanie składu równowagowego w układach z reakcjami chemicznym oraz warunków prowadzenia reakcji, obliczenia zmian ilości reagentów w funkcji czasu podczas biegu reakcji chemicznej.

Program wykładów z termodynamiki technicznej i chemicznej

1. I zasada termodynamiki i jej konsekwencje (2 h).
1.1. Podstawy termochemii
2. II zasada termodynamiki i jej konsekwencje (4 h)
3. Termodynamiczny opis mieszanin ciekłych (3 h)
4. Równowagi fazowe (9 h)
4.1. Reguła faz
4.2. Równowagi dla czystych substancji
4.3. Równowagi w mieszaninach
4.4. Równowaga ciecz-para i proces destylacji
4.5. Równowaga ciecz-ciecz i proces ekstrakcji
4.6. Równowaga ciecz-ciało stałe i proces krystalizacji
4.7. Równowaga adsorpcji
4.8. Równowaga osmotyczna
5. Właściwości cieczy i gazów (4 h)
5.1. Oddziaływania międzycząsteczkowe
5.2. Równania stanu
5.3. Właściwości stanu ciekłego
6. Termodynamika układów reagujących (4 h)
6.1. Reakcje pomiędzy gazami
6.2. Reakcje w układach heterofazowych
6.3. Reakcje jonowe w roztworach.
6.4. Reakcje chemiczne z pracą elektryczną
6.5. Układy z wieloma reakcjami chemicznymi
7. Podstawy kinetyki chemicznej (4 h)
7.1. Podstawy teoretyczne i modele
7.2. Równania kinetyczne i sposoby ich rozwiązywania

Program ćwiczeń audytoryjnych z termodynamiki technicznej i chemicznej (główna numeracja dotyczy zajęć dwugodzinnych)

1. Obliczenia termochemiczne (1).
1.1. Tablice termochemiczne
1.2. Standardowa entalpia i energia wewnętrzna w dowolnej temperaturze z wykorzystaniem standardowych entalpii tworzenia.
2. Obliczenia termochemiczne (2).
2.1. Przybliżone obliczanie efektów cieplnych – metoda średniej termochemicznej energii wiązań.
2.2. Obliczanie efektów cieplnych rzeczywistych procesów chemicznych.
2.3. Przemiany adiabatyczne – obliczanie końcowej temperatury procesu.
3. Obliczenia termochemiczne (3).
3.1. Obliczenia termochemiczne reaktorów.
4. Równowagi fazowe substancji czystej.
4.1. Równowaga ciecz-para i zależność entalpii parowania od temperatury.
4.2. Równowaga ciecz - ciało-stałe i ciało stałe-ciało stałe.
4.3. Równowaga ciało stałe – para.
5. Równowagi fazowe w mieszaninach (1).
5.1. Obliczanie: składu współistniejących faz oraz prężności pary nasyconej/ temperatury wrzenia w doskonałych układach dwuskładnikowych.
5.2. Obliczanie: rozpuszczalności substancji stałych w ciekłych rozpuszczalnikach/ temperatury rozpuszczalności w doskonałych układach dwuskładnikowych.
6. Równowagi fazowe w mieszaninach (2).
6.1. Szacowanie parametrów równowag fazowych dla układów niedoskonałych na podstawie modelu Scatcharda-Hildebranda.
7. Konstrukcja i interpretacja diagramów fazowych.
Kolokwium 1
8. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian gazów (1).
9. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian gazów (2).
10. Obliczenia zmian funkcji termodynamicznych, pracy i efektu cieplnego dla przemian faz skondensowanych.
11. Równowagi chemiczne pomiędzy reagentami gazowymi (1)
11.1. Obliczanie składu równowagowego dla reakcji z udziałem reagentów gazowych, w warunkach (p,T = const), (V,T = const) i (V = const, Q = 0).
11.2. Określanie kierunku zachodzenia reakcji.
12. Równowagi chemiczne pomiędzy reagentami gazowymi (2)
13. Równowagi fazowe w reakcjach heterofazowych
13.1. Obliczanie składu równowagowego dla reakcji z udziałem czystych faz skondensowanych i jednego reagenta gazowego, w warunkach (p,T = const) i (V,T = const).
14. Równowagi chemiczne z reakcjami jonowymi i ogniwa elektrochemiczne
15. Praktyczne problemy kinetyki chemicznej
 Kolokwium 2
Szczegółowe i aktualne informacje publikowane są na stronie internetowej http://hof.ch.pw.edu.pl/tkchem.htm

**Metody oceny:**

1. Ocena za przedmiot jest zintegrowana i jest średnią arytmetyczną wyniku z ćwiczeń i oceny za egzamin. Liczbę punktów za przedmiot uzyskuje się sumując punkty procentowe za obie części i dzieląc sumę przez dwa. W następujący sposób punktacja ta przenosi się na oceny:
< 50 % - nzal
(50 - 60) - dst
(60 - 70) - dst 1/2
(70 - 80) - db
(80 - 90) - db 1/2
(90 – 100) - bdb
2. W przypadku uzyskania wyniku bliskiego 45 %, możliwy jest egzamin ustny. Dokładna wartość minimum kwalifikującego będzie każdorazowo określana w czasie egzaminu. Na egzaminie ustnym student powinien udowodnić, że formalne niezaliczenie przedmiotu wyniknęło z chwilowej niedyspozycji, nieporozumienia, problemów w precyzyjnym sformułowaniu pisemnej odpowiedzi, itp. Od jakości tej argumentacji będzie zależeć ostateczna ocena za przedmiot.
Na egzaminie ustnym można również poprawiać ocenę uzyskaną na egzaminie pisemnym. Warunkiem jest znowu "niewielka odległość punktowa" od progu zmieniającego ocenę.
3. Punkty zaliczeniowe z ćwiczeń otrzymuje się za 2 kolokwia, obejmujące następujący materiał (obliczenia termochemiczne, zmiany funkcji termodynamicznych, równowagi fazowe (1) i równowagi w układach reagujących, kinetyka chemiczna (2)).
4. Każde kolokwium można pisać dwa razy
Pełny regulamin zaliczania znajduje się na stronie internetowej http://hof.ch.pw.edu.pl/tkchem.htm.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. H. Buchowski, W. Ufnalski, Podstawy termodynamiki, WNT, Warszawa 1994.
2. H. Buchowski, W. Ufnalski, Gazy, ciecze, płyny, WNT, W-wa 1994.
3. H. Buchowski, W. Ufnalski, Roztwory, WNT, Warszawa 1995.
4. H. Buchowski, W. Ufnalski, Równowagi chemiczne, WNT, Warszawa 1995
5. A. Kisza, Elektrochemia I. Jonika, , WNT, Warszawa 2000
6. A. Molski, Wprowadzenie do kinetyki chemicznej, WNT, Warszawa, 2001
5. T. Hofman, Materiały pomocnicze, http://hof.ch.pw.edu.pl/tkchem.htm

**Witryna www przedmiotu:**

ch.pw.edu.pl

**Uwagi:**

Po ukończeniu przedmiotu student powinien:
1. Znać podstawy teoretyczne termodynamiki fenomenologicznej i kinetyki chemicznej.
2. Umieć wyjaśnić przyczyny zachodzących zjawisk makroskopowych i rozumieć związki zachodzące między parametrami w stanie równowagi.
3. Obliczać zmiany parametrów towarzyszących prostym procesom makroskopowym oraz ich wartości dla stanu równowagi chemicznej, elektrochemicznej i międzyfazowej.
4. Poprawnie definiować podstawowe informacje potrzebne do obliczeń i znajdować je w źródłach.
5. Umieć planować działanie zmierzające do rozwiązania postawionego problemu z zakresu termodynamiki stosowanej i kinetyki.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

zna podstawy fizykochemiczne wybranych instrumentalnych technik analitycznych wykorzystujących pomiary: elektrochemiczne, spektroskopowe oraz chromatograficzne

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W02:**

zna zakresy stosowalności i ograniczenia instrumentalnych technik analitycznych stosowanych zarówno w laboratoriach naukowo-badawczych, jak również w laboratoriach wykonujących rutynowe analizy

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W04, K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego problemu analitycznego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

posiada umiejętność doboru odpowiedniej techniki instrumentalnej pod kątem analizy ilościowej prostych próbek rzeczywistych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U10, K\_U11 , K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

umiejętność pracy indywidualnej

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K06, K\_K01, K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**