

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор НУЦЗУ

к.психол.н., проф. В.П.Садковий

«_____» _____ 2016 р

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

ПРОГРАМА

навчальної обов'язкової дисципліни

підготовки бакалавра

спеціальність 161. «хімічні технології та інженерія»

спеціалізація «Радіаційний та хімічний захист»

Харків 2016

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: Кіреєв О.О. - д.т.н., професор кафедри спеціальної хімії та хімічної технології Національного університету цивільного захисту України.

Робочу програму навчальної дисципліни рекомендовано кафедрою СХХТ
Протокол від. «23» _травня 2016 року № 10

Начальник (завідувач) кафедри СХХТ

(підпис)

(Трахно О. В.)

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2016 року

Обговорено та рекомендовано до видання Вченою радою НУЦЗ України,
протокол № "8" травня 2016 року

Голова вченої ради факультету оперативно рятувальних сил (ОРС)

(підпис)

(Безуглов О.Е.)

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2016 року

Схвалено Вченою радою університету

протокол №13 від "30" травня 2016 року

ВСТУП

Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Фізична хімія» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за спеціальністю «161 – Хімічні технології та інженерія».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Фізична хімія» є властивості речовин, зв'язок їх з будовою і зовнішніми умовами, вплив зовнішніх умов на протікання хімічних реакцій, а також загальні закономірності хімічних процесів.

Вивчення дисципліни «Фізична хімія» повинно **забезпечити такі виробничі функції** фахівця з хімічної технології.

Під час розробки технологічних процесів і технічних завдань, використовувати знання для розрахунків зміни основних термодинамічних функцій, констант рівноваги, виходу продуктів реакції та швидкості хімічних реакцій.

В умовах хімічної лабораторії або хімічного виробництва вміти використовувати типові лабораторне обладнання, та вимірювальну апаратуру, з використанням типових методів та інструкцій виконувати фізико-хімічні експерименти з хімічними системами з метою визначення необхідних фізико-хімічних даних для технологічного регламенту або технічного завдання.

Під керівництвом більш кваліфікованого спеціаліста фахівець повинен уміти в умовах виробництва або лабораторії визначити термодинамічні і кінетичні характеристики технологічного об'єкта для складання та контролю технологічного регламенту.

Міждисциплінарні зв'язки:

Теоретичний матеріал дисципліни «Фізична хімія» базується на основі таких дисциплін як "Фізика", "Загальна та неорганічна хімія", "Органічна хімія", та "Вища математика".

Як дисципліна циклу професійної та практичної підготовки "Фізична хімія" узагальнює та використовує дослідження в галузі поведінки речовин та їх перетворень. Через це "Фізична хімія" є теоретичною основою для вивчення таких дисциплін як: "Енерготехнологія хіміко-технологічних процесів", "Процеси і апарати хімічної промисловості", "Загальна хімічна технологія", "Контроль та управління ХТП", "Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу".

Програма навчальної дисципліни складається з таких модулів:

Модуль 1. Хімічна термодинаміка та хімічна рівновага

Модуль 2. Фазові рівноваги та розчини

Модуль 3. Рівноважні явища і транспорт в електрохімічних системах

Модуль 4. Хімічна кінетика та каталіз.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. **Метою** викладання навчальної дисципліни «Фізична хімія» є підготувати фахівців, здатних застосувати основні закони фізичної хімії для оцінювання технічних показників хімічних технологічних процесів, для

складання технічного завдання або технологічного регламенту, для контролю технологічного регламенту, а також в умовах виробництва або хімічної лабораторії вміти розраховувати необхідні параметри для приготування робочих розчинів з метою їх стандартизації.

1.2. Основними **завданнями** вивчення дисципліни “Фізична хімія” є навчити майбутніх фахівців застосовувати основні положення фізичної хімії для рішення завдань по складанню технологічного регламенту або технічного завдання; забезпеченню відповідності технологічних процесів технічним завданням; виконувати фізико-хімічні експерименти з хімічними системами з метою визначення фізико-хімічних даних для технологічного регламенту або технологічного завдання.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

основні положення хімічної термодинаміки, теорії розчинів, електрохімії, хімічної кінетики і каталізу;

методи розрахунків змін ентальпії, ентропії і енергії Гіббса;

способи розрахунків складу хімічної системи в стані хімічної рівноваги;

методи прогнозування впливу фізичних параметрів на вихід продуктів реакції;

методи визначення електрохімічних параметрів систем;

принципи визначення основних кінетичних параметрів хімічних систем;

засоби встановлення фізико-хімічних властивостей;

вміти:

проводити розрахунки теплових ефектів хімічних реакцій, визначати фізико-хімічні властивості речовин та розчинів; дати математичний опис кінетики гомогенних і гетерогенних хімічних реакцій;

розраховувати реакційну здатність компонентів;

виконувати фізико-хімічні експерименти з хімічними системами;

обирати методи розділення і очищення речовин;

визначати термодинамічні і кінетичні характеристики хімічних систем;

мати навички:

проведення типових фізико-хімічних розрахунків;

проведення фізико-хімічних експериментів.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти загальні:

- здатність до розвитку хімічного мислення;
- здатність до проведення аналізу хімічних об'єктів;
- здатність до проведення термодинамічних і кінетичних розрахунків хіміко-технологічних процесів

професійні:

- здатність до використання знань фізичної хімії для рішення хіміко-технологічних задач;
- здатність до використання знань фізичної хімії для рішення задач з радіаційного та хімічного захисту;
- здатність до використання знань фізичної хімії для рішення природоохоронних завдань.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться **300** годин/10 кредитів ЕКТС.

2. Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Модуль 1. Хімічна термодинаміка та хімічна рівновага

Тема. 1.1. Предмет і зміст курсу фізичної хімії

Місто фізичної хімії серед хімічних дисциплін. Значення фізичної хімії для хімічної технології. Основні історичні етапи розвитку фізичної хімії. Теоретичні методи фізичної хімії: термодинамічний, квантово-механічний, статистичний, молекулярно-кінетичний. Експериментальні методи фізичної хімії.

Тема. 1.2. Перший закон термодинаміки

Хімічна термодинаміка та її зміст. Основні поняття та визначення термодинаміки – термодинамічна система, стан, параметри стану, функції стану, процеси. Робота та теплота процесу. Оборотної та необоротні процеси. Перший закон термодинаміки, його формулювання. Внутрішня енергія. Ентальпія. Робота та зміна внутрішньої енергії в різних процесах. Теплоємність середня та істинна, залежність від температури. Теплові ефекти при постійному тиску та постійному об'ємі. Закон Гесса. Теплоти утворення, теплоти згоряння. Теплоти розчинення. Енергія хімічного зв'язку. Залежність теплового ефекту від температури. Рівняння Кірхгофа.

Тема 1.3. Другий закон термодинаміки

Самочинні та несамочинні процеси. Робота і теплота оборотного процесу. Цикл Карно. Ентропія. Рівняння Клаузіуса. Ентропія як критерій спрямування самочинних процесів і рівноваги в ізольованих системах. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Залежність ентропії від температури, об'єму і тиску. Зміна ентропії під час фазових переходів і змішуванні ідеальних газів. Стандартні ентропії речовин, їх використання для розрахунків змін ентропій під час хімічних реакцій.

Постулат Планка. Рівняння Больцмана–Планка. Розрахунки абсолютних ентропій речовин.

Об'єднаний перший та другий закони термодинаміки для оборотних та необоротних процесів. Максимальна та максимальна корисна роботи. Енергія Гельмгольца. Енергія Гіббса. Визначення напрямку процесу та стану рівноваги за змінами термодинамічних потенціалів. Характеристичні

функції. Рівняння Гіббса – Гельмгольца. Робота та теплота хімічного процесу. Теплова теорема Нернста (третій закон термодинаміки). Хімічний потенціал, його визначення, властивості, розрахунок.

Елементи статистичної термодинаміки.

Тема 1.4. Хімічна рівновага в гомогенних системах.

Динамічні і термодинамічна характеристика хімічної рівноваги. Закон діючих мас. Рівняння ізотерми хімічної реакції. Хімічна спорідненість. Вплив температури на хімічну спорідненість. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції. Залежність константи рівноваги від температури. Розрахунки констант рівноваги з використанням таблиць стандартних термодинамічних даних. Експериментальні методи дослідження хімічних рівноваг.

Тема 1.5. Хімічна рівновага в гетерогенних системах.

Особливості хімічної рівноваги в гетерогенних системах. Термічна дисоціація рідких та твердих речовин. Гетерогенні процеси в хімічній технології та металургії.

Модуль 2. Фазові рівноваги та розчини

Тема 2.1. Термодинамічна теорія фазових рівноваг

Основні поняття теорії фазових рівноваг: фаза, компонент, ступінь свободи. Рівноважне співіснування фаз. Правило фаз Гіббса. Аналіз рівнянь, що виражають умови рівноваги в гетерогенних системах. Фазові переходи першого і другого роду.

Тема 2.2. Однокомпонентні системи

Реальні і ідеальні гази. Рівняння стану. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Принцип відповідних станів. Леткість і коефіцієнт леткості. Залежність термодинамічних властивостей реальних газів від тиску і температури. Хімічний потенціал реального газу.

P–V–T діаграми однокомпонентних систем та їх проєкції. Потрійна точка. Рівняння Клапейрона. Залежність тиску насиченої пари від температури. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса. Залежність теплот фазових переходів від температури. Рівняння Антуана. Емпіричні правила Трутона і Річардса.

Тема 2.3. Двокомпонентні та багатокомпонентні системи. Розчини

Рівновага в двокомпонентних системах. Загальна характеристика розчиненого стану речовини. Термодинамічне і молекулярно кінетичні умови утворення розчинів. Явище сольватації.

Термодинамічні властивості розчинів неелектролітів. Класифікація розчинів. Парціально–молярні величини. Рівняння Гіббса–Дегема. Концепція ідеального розчину. Термодинамічні властивості ідеальних розчинів. Рівновага розчин – газ. Закони Рауля. Неідеальні розчини. Поняття активності і фугітивності. Вибір стандартних станів для компонентів розчину.

Колігативні властивості розчинів. Ебуліоскопія, кріоскопія і осмотичний тиск.

Рівновага в системах газ – рідкий розчин. Закон Генрі. Залежність розчинності газу від температури, природи газу і розчинника. Вплив електролітів на розчинність газів.

Особливості рівноваги пара – розчини летких рідин. Діаграми тиск пари – склад і температура кипіння – склад. Діаграми склад розчина – склад пари. Правила Вревського. Обмежена сумісна розчинність рідин. Фізико-хімічні основи перегонки і ректифікації. Використання правила фаз для аналізу фазових рівноваг. Правило важеля.

Взаємна розчинність рідин.

Рівновага “рідкий розчин – кристал”. Термічний аналіз. Основні типи діаграм плавкості: необмежена сумісна розчинність в твердому стані, діаграми з простою евтектикою, з обмеженою розчинністю в твердому стані, з утворенням хімічних сполук. Аналіз фазових діаграм. Фізико-хімічні основи перекристалізації і зонної плавки.

Трикомпонентні системи. Способи графічного відображення складу трикомпонентних систем. Діаграми плавкості трикомпонентних систем. Розподіл розчиненої речовини між двома фазами. Коефіцієнт розподілу, закон Нернста –Шилова. Фізико-хімічні основи екстракції. Висалювання та всалювання розчинених речовин, рівняння І.М. Сеченова.

Тема 2.4. Розчини електролітів

Термодинамічні властивості розчинів електролітів. Сильні та слабки електроліти. Середні йонні коефіцієнти активності. Залежність коефіцієнтів активності від концентрації. Основні поняття теорії сильних електролітів. Правило йонної сили. Рівняння Дебая–Хюккеля.

Розчини слабких електролітів. Концентраційна та термодинамічна константи дисоціації. Кислотно-основні рівноваги. Класифікація розчинників. Дисоціація води, йонний добуток. Кислотність розчинів, рН. Теорії кислот і основ. Індикатори. Індикаторний метод визначення рН. Кислотно – основне титрування. Гідроліз солей. Розчинність малорозчинних електролітів. Добуток розчинності.

Модуль 3. Рівноважні явища і транспорт в електрохімічних системах

Тема 3.1. Електродна рівновага. Електрохімічні кола

Електрохімічні процеси. Електрорушійна сила. Термодинаміка електрохімічних елементів. Електроди, типи електродів. Стандартні електродні потенціали. Рівняння Нернста. Теорії виникнення електродного потенціалу та електрорушійної сили. Типи електрохімічних кіл. Застосування електрохімічних кіл для вивчення рівноваг у розчинах електролітів. Потенціометричне титрування. Хімічні кола як джерела електричної енергії. Акумулятори. Паливна елементи.

Тема 3.2. Кінетика електродних процесів

Електроліз. Закони Фарадея. Електроаналіз і кулонометрія. Електродна поляризація. Концентраційна поляризація. Дифузійна перенапруга. Електрохімічна перенапруга. Кінетика деяких електродних процесів –

електролітичне виділення водню, кисню, електрохімічне виділення металів. Електрохімічна корозія. Гальванопари. Електрохімічні методи захисту металів від корозії. Захист від корозії хімічного обладнання.

Електрохімічні методи синтезу речовин.

Тема 3.3. Нерівноважні явища в розчинах електролітів

Електрична провідність розчинів. Питома та молярна електричні провідності, залежність їх від концентрації. Рухомість йонів та закон Кольрауша. Числа переносу, методи їх визначення. Кондуктометрія і кондуктометричне титрування. Визначення констант дисоціації та добутку розчинності кондуктометричним методом.

Модуль 4. Хімічна кінетика та каталіз.

Тема 4.1. Формальна кінетика

Швидкість реакції. Основний постулат хімічної кінетики. Молекулярність та порядок реакції. Константа швидкості реакції. Односторонні реакції першого, другого, *n*-ного порядку. Методи визначення порядку реакції. Складні реакції – двосторонні, паралельні, послідовні. Залежність швидкості реакції від температури. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Ланцюгові реакції. Кінетичні особливості розгалужених ланцюгових реакцій. Півострів спалаху. Тепловий вибух. Кінетика гетерогенних процесів. Кінетичні розрахунки в хімічній технології.

Тема 4.2. Теорії хімічної кінетики

Теорія активних співударів. Рівняння для константи швидкості. Енергія активації та предекспоненційний множник. Стеричний фактор. Теорія перехідного стану (активованого комплексу). Термодинамічний аспект теорії. Ентропія активації. Співставлення теорій активних співударів і перехідного стану. Мономолекулярні реакції. Реакції в розчинах. Фотохімічні реакції. Елементарні фотореакції і процеси. Квантовий вихід. Кінетичні рівняння фотохімічних реакцій. Механізми реакцій горіння та вибуху. Кінетичні розрахунки в хімічній технології.

Тема 4.3. Каталіз

Загальні принципи каталізу. Гомогенний каталіз. Кисотно-основний каталіз. Гетерогенний каталіз. Активність та селективність каталізаторів. Отруєння каталізаторів. Активні центри гетерогенних каталізаторів. Роль адсорбції в кінетиці гетерогенних каталітичних реакцій. Енергія активації гетерогенних каталітичних реакцій. Неоднорідність поверхні. Нанесені каталізатори. Теорії каталізу. Каталіз в хімічній технології.

Від'ємний каталіз. Інгібітори. Інгібітори в хімічній технології.

3. Рекомендована література

Основна:

1. Лебідь В. І. Фізична хімія. Харків: Фоліо, 2005. – 478 с
2. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия.– М.: Высш. школа,

2004.

3. Глазов В.М. Основы физической химии. – М.: Высш. школа, 2003.

Додаткова:

1. Краткий справочник физико-химических величин. / Под ред. А.А.Равделя, А.М.Понамарёвой. Л.: химия, 2008.
2. Кудряшов И.В. Сборник примеров и задач по физической химии.– М.: Высш. школа, 2003.
3. Практикум по физической химии. / Под ред. И.В. Кудряшова. М.: Высш. школа, 2001.

4. **Форми підсумкового контролю успішності навчання.**
Модуль 1 і 2 – диференційний залік, модулі 3 і 4 – іспит.

Розробник програми:
професор кафедри СХХТ
д.т.н., доцент

Кірсєв О.О.