

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Павленко В.О.



« 8 » травня 2019 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ХІМІЧНОЇ КІНЕТИКИ

для студентів

галузі знань **10 Природничі науки**

спеціальність **102 Хімія**

освітній рівень **“бакалавр”**

освітня програма **Хімія**

вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**

Навчальний рік **2019/2020**

Семестр **VII**

Кількість кредитів ECTS **4 кредити** (VII семестр програми підготовки за ОР «бакалавр»)

Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Форма заключного контролю **іспит**

Викладач: **Діюк Віталій Євгенович**

Пролонговано: на **2020/2021** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

на **2021/2022** н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

КИЇВ – 2019

Розробник: Діюк Віталій Євгенович, доц., к.х.н., доц.



ЗАТВЕРДЖЕНО


Зав. кафедри фізичної хімії

 (Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від "9" квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від "8" травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії  (Роїк О.С.)

"8" травня 2019 року

Протокол № від « » 2020 року

Голова науково-методичної комісії _____ (Роїк О.С.)

1. Мета дисципліни – навчити студентів використовувати кінетичний метод у фізико-хімічних дослідженнях гомогенних та гетерогенних процесів. Одержання практичних навичок у застосуванні одержаних знань при проведенні лабораторних робіт з вивчення кінетики складних реакцій.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни

Даний курс базується на знаннях курсу фізичної хімії (формальна кінетика, кінетика складних реакцій, вплив температури на перебіг реакцій) і математики (системи рівнянь, середні величини, натуральні та десяткові логарифми, диференціальні рівняння, функції та їх графіки). Студент повинен володіти знаннями в галузі неорганічної та органічної хімії, необхідними для розуміння хімізму процесів що вивчаються, знати та вміти застосовувати фізичні методи дослідження процесів та комп'ютерні методи математичної обробки даних. Матеріал дисципліни є основою для вивчення таких спеціальних дисциплін як “Фізична хімія міжфазних явищ” і “Фізична хімія вуглецевих сорбентів”.

3. Анотація навчальної дисципліни. Розглядаються питання кінетики процесів в газовій, рідкій та твердій фазах, викладаються кінетичні закономірності перебігу реакцій в системах з різним агрегатним станом, вплив на них таких факторів як природа реагентів, їх концентрація, температура тощо. Практичні роботи присвячені експериментальному дослідженню та математичній обробці кінетичних даних для різних реакцій.

4. Завдання. Навчити студентів проводити кінетичний аналіз експериментальних даних у випадку хімічних реакцій, які перебігають у газовій, рідкій та твердих фазах; аналізувати кінетичні дані ускладнені процесами інгібування, дифузії, реакцій каталізатора та інших.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати основні принципи кінетичного аналізу експериментальних даних та їхнє застосування для різних хімічних реакцій в тому числі ускладнених процесами інгібування, дифузії, реакцій каталізатора та інших.

Студент повинен вміти:

– в залежності від специфіки хімічного процесу та кінетичних даних, складати та використовувати різноманітні математичні моделі для аналізу та описання цих даних з метою одержання кінетичних параметрів процесу;

– використовувати сучасне програмне забезпечення для обробки результатів експериментальних досліджень і аналізу даних ізотермічної та неізотермічної кінетики з метою встановлення механізму процесу.

По закінченні спецкурсу студенти повинні знати кінетичну класифікацію реакцій, вміти планувати та здійснювати експериментальне дослідження кінетичних процесів та визначати їх основні параметри та величини.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання поточний контроль (активність під час практичних ПтК-1 і лабораторних робіт ПтК-2 та контроль самостійної роботи ПтК-3), підсумковий контроль ПсК	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати кінетичну класифікацію хімічних реакцій. Аналізувати кінетичні дані складних та каталітичних реакцій	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
1.2	Розуміти основи кінетики складних реакцій, ускладнених інгібуванням. Знати основи неізотермічної кінетики та розуміти поняття енергія активації та передекспоненційний множник	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
1.3	Знати основи кінетичного аналізу. Знати особливості аналізу кінетики реакцій в розчинах та за участі твердого тіла	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	25
2. Вміння				
2.1	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою одержання кінетичних даних	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2.2	Вміти планувати та здійснювати кінетичні експерименти.	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
2.3	Використовувати набуті знання та вміння для обробки експериментальних кінетичних даних, розрахунків, відображення та моделювання кінетики складних реакцій	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі хімічної кінетики	лекції, лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
4.2	Дотримуватися правил техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Знання											
Базові методологічні знання та розуміння основ хімії та суміжних галузей знань	+	+	+	+	+						
Здатність розуміти та інтерпретувати основи фізики та математики на рівні, достатньому для використання їх у різних сферах хімії	+	+	+	+	+	+					
Знання хімічної термінології та номенклатури, спроможність описувати хімічні дані у символічному вигляді	+			+		+					
Знання основних типів хімічних реакцій та їх характеристики	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність пояснити зв'язок між будовою та властивостями речовин				+	+	+					
Знання та розуміння періодичного закону та періодичної системи елементів, здатність описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основ				+	+						
Знання основних принципів квантової механіки, здатність застосовувати їх для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку							+				
Базові знання принципів і процедур фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типового обладнання та приладів				+	+	+				+	+
Знання основ планування та проведення експериментів, методики та техніки приготування розчинів та реагентів				+	+	+				+	+
Знання основних принципів термодинаміки та хімічної кінетики, здатність до їх застосування для рішення практичних задач	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах				+	+	+					
Знання основних шляхів синтезу в органічній хімії, включаючи функціональні групові взаємоперетворення та формування зв'язку карбон-карбон, карбон-гетероатом				+	+	+					
Уміння											
Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї				+	+	+	+	+			

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей				+	+	+	+	+	+	+	+
Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.				+	+	+					
Виконувати комп'ютерні обчислення, що мають відношення до хімічних проблем, використовуючи стандартне та спеціальне програмне забезпечення, навички аналізу та відображення результатів.				+	+	+	+	+			
Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросесність.				+	+	+	+	+	+	+	+
Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.	+	+	+	+	+	+					
Використовувати свої знання та розуміння на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.				+	+	+	+	+	+	+	+
Готувати розчини та реагенти, планувати та здійснювати хімічні експерименти.				+	+	+			+	+	
Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.				+		+	+	+			
Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.				+	+	+	+	+			
Використовувати набуті знання та компетенції з хімії в прикладному полі, базові інженерно-технологічні навички.				+	+	+	+	+			
Комунікація Здатність до фахового спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією.				+			+	+	+	+	+
Вміння коректно використовувати мовні засоби в професійній діяльності залежно від мети спілкування.				+			+	+			
Вміння відображати результати своїх наукових досліджень у письмовому вигляді.				+	+	+	+	+	+	+	+
Здатність до презентації результатів своїх досліджень.				+		+	+	+			
Здатність працювати в міждисциплінарній команді, мати навички міжособистісної взаємодії.				+	+	+	+	+	+	+	+

ПРН	РНД (код)										
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.				+		+	+	+	+	+	
Автономія та відповідальність Здатність вести професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища.					+	+			+	+	
Здатність діяти соціально відповідально та громадянсько свідомо на основі етичних міркувань.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність вчитись самостійно та самовдосконалюватися, нести відповідальність за власні судження та результати.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Здатність приймати обґрунтовані рішення та рухатися до спільної мети.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання

- 1.1. активність під час лекції;
- 1.2. активність під час лабораторних занять;
- 1.3. написання модульної контрольної роботи;
- 1.4. виконання домашньої самостійної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Підсумковий контроль (іспит)	
	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 10 балів	Max. – 30 балів	Min. – 24 бали	Max. – 40 балів
Усна відповідь	2	5	2	5		
Виконання домашньої самостійної роботи	2	5	2	5		
Модульна контрольна робота 1	3	10				
Модульна контрольна робота 2			3	10		
Лабораторна робота 1	3	10				
Лабораторна робота 2			3	10		
Підсумковий контроль (іспит)					24	40

	<i>Змістовий модуль 1</i>	<i>Змістовий модуль 2</i>	<i>Іспит</i>	<i>Разом</i>
<i>Max. балів</i>	30	30	40	100
<i>Min. балів*</i>	18	18	24	60

* рекомендований мінімум

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни «Фізична хімія вуглецевих сорбентів» (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі отримав за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше **36** балів (критично розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум* для заліку або *критично-розрахунковий мінімум* для допуску до іспиту допускається написання реферату за темами доповіді чи самостійної роботи, за які отримана незадовільна оцінка, або перескладання колоквиуму чи МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з *дозволу деканату* (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / колоквиуму / МКР).

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі МКР здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Шкала відповідності (за умови іспиту)

За 100 – бальною шкалою	За національною шкалою	
90 – 100	5	відмінно / excellent
85 – 89	4	добре / good
75 – 84		
65 – 74	3	задовільно / satisfactory
60 – 64		
0 – 59	2	не задовільно / fail

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних і лабораторних занять

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
Змістовий модуль 1. «Кінетичний аналіз експериментальних даних»				
1	Вступ. Особливості кінетики, експериментального дослідження та описання реакцій цілих порядків.	2		6
2	Метод стаціонарних концентрацій та визначення лімітуючої стадії.	2		6
3	Повне кінетичне описання найбільш розповсюджених складних реакцій.	2		6
4	Кінетика моно- та бімолекулярних каталітичних процесів.	2		6
5	Конкурентне інгібування каталізатора.	2		
6	Неконкурентне інгібування каталізатора. Інгібування субстратом.	2		6
7	Необоротне інгібування каталізатора.	2		5
8	Кінетика автокаталітичних процесів.	2		
9	Загальний кінетичний аналіз.	2		
10	Методи визначення математичної моделі реакції.	2		
11	Застосування теорії графів в хімічній кінетиці.	2	3	
12	Методи визначення фізичної моделі та механізму реакції.	3	4	
13	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	2		
	<i>Всього</i>	27	7	35
Змістовий модуль 2. «Неізотермічна кінетика. Кінетика гетерогенних процесів»				
14	Залежність перебігу процесів від температури.	2	3	6
15	Енергія активації та передекспоненційний множник складних процесів.	2	3	6
16	Визначення кінетичних параметрів на основі даних неізотермічної кінетики.	2	4	6
17	Особливості експериментального дослідження та описання кінетики гетерогенних процесів.	2		
18	Вплив стадій адсорбції, десорбції та дифузії на кінетику.	2		6
19	Особливості перебігу стадій кислотно-основного каталізу.	2		6
20	Роль ланцюгових стадій та їх вплив на кінетику.	2		
21	Теорія та механізми топохімічних процесів.	2		5
22	Закони зародкоутворення та зростання зародків. Вплив дифузійних факторів на кінетику.	2		
23	Визначення кінетичних параметрів топохімічного процесу.	2		
24	Емпіричні рівняння та їхня роль в описанні топохімічних процесів.	2		
25	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	2		
	<i>Всього</i>	24	10	35
	ВСЬОГО	51	17	70

Загальний обсяг **144 год.**, у тому числі:

Лекцій – **51 год.**

Лабораторних – **17 год.**

Самостійна робота - **70 год.**

Перелік рекомендованої літератури:

1. Діюк В.Є. Кінетичний аналіз експериментальних даних. Редакційно-видавничий центр "Київський університет", Київ, 2011 р., 127 с.
2. Р.Шмид, Д.Сапунов Неформальная кинетика. М.: 1983 г.
3. Діюк В.Є., Забуга В.Я., Цапюк Г.Г. Кінетика гетерогенних процесів Редакційно-видавничий центр "Київський університет", Київ, 2006 р., 40 с.
4. Е.Г.Денисов Кинетика гомогенных химических реакций. М.: 1988 г.
5. Л.С.Полак Вычислительные методы в химической кинетике. М.: 1984 г.
6. Киперман С.Л. Введение в кинетику гетерогенных каталитических реакций. – М.: Наука, 1964.-607с.
7. Розовский А.Я. Кинетика топохимических реакций. -М.: Наука. 1974.-220с.

Додаткова література:

1. Болдирева О.Ю., Діюк В.Є. Механізми гетерогенного каталізу Видавництво "Логос", Київ, 2006 р., 43 с.
2. Розовский А.Я. Катализатор и реакционная среда. -М.: Наука. 1988.-303с.
3. Дельмон Б. Кинетика гетерогенных реакций. -М.: Мир. 1972.-554с.
4. Янг Д. Кинетика разложения твердых веществ. -М.: Мир. 1969.-263с.