

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана/директора
з навчальної роботи
Павленко В.О.



“08” травня 2019 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕОРЕТИЧНА ЕЛЕКТРОХІМІЯ**

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 **VIII**
(VIII семестр програми підготовки за ОР «бакалавр»)
Кількість кредитів ECTS **3 кредити**
Мова викладання, навчання та оцінювання
українська
Форма заключного контролю **іспит**

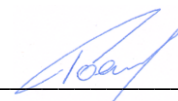
Викладач (лектор): **Роїк Олександр Сергійович**

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

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

КИЇВ – 2019

Розробник: **Роїк Олександр Сергійович**, доц., д.х.н., доц. _____



ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії



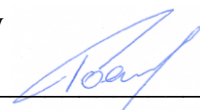
(Фрицький І.О.)

Протокол № 7 від “09” квітня 2019 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 4 від “08” травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії _____



(Роїк О.С.)

Протокол № від “__” _____ 20__ року

Голова науково-методичної комісії _____

(_____)

1. Мета дисципліни – засвоєння студентами основних теоретичних положень електрохімії, застосування хімічної кінетики та термодинаміки для опису електрохімічних явищ, формування теоретичного підґрунтя для розуміння кількісних та якісних методів дослідження речовин, одержання практичних навичок у застосуванні одержаних знань при проведенні лабораторних та практичних робіт по вивченню провідності та циклічної вольтамперометрії розчинів електролітів, навчити студентів самостійно мислити.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

Даний курс базується на знаннях курсу неорганічної хімії (окисно-відновні реакції, теорія електролітичної дисоціації, електроліз), аналітичної хімії (електрохімічні кількісні та якісні методи дослідження речовин) і фізичної хімії (хімічна термодинаміка та кінетика хімічних реакцій).

3. Анотація навчальної дисципліни

Представлена навчальна дисципліна “Теоретична електрохімія” дає студентам уявлення про фізичний зміст та природу різноманітних електрохімічних явищ та процесів. Початковий етап присвячений термодинаміці оборотних та необоротних електрохімічних систем. У цьому контексті, в подальшому, розглядаються рівноважні (електролітична дисоціації, міжіонна взаємодія, сольватація іонів) та нерівноважні явища (електропровідність, дифузія, міграція) у водних розчинах електролітів. Окремим розділом подаються електрохімічні явища у неводних розчинах. Детально розглядаються природа виникнення рівноважних електродних потенціалів, електрохімічні схеми та кінетичні аспекти електрохімічних процесів. Обговорюються різноманітні електрохімічні методи кількісного та якісного аналізу речовин.

4. Завдання (навчальні цілі):

- сформувані уявлення про фізичний зміст та природу електрохімічних явищ;
- ознайомити студентів із застосуванням законів хімічної термодинаміки та кінетики для опису різноманітних електрохімічних процесів;
- надати необхідний теоретичний базис для розуміння електрохімічних методів кількісного та якісного аналізу речовин;
- ознайомити студентів із сучасними прикладними застосуваннями та проблемами електрохімії.

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 та розуміти термодинамічні основи теорії міжіонної взаємодії у розчинах	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
1.2	Знати механізми утворення електрорушійних сил та природу електродного потенціалу	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15

1.3	Знати та розуміти механізми та кінетику процесів на електродах	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	15
1.4	Знати теоретичні основи різноманітних електрохімічних методів кількісного та якісного аналізу речовин.	лекції, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
2. Вміння				
2.1	Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження електрохімічних процесів.	лабораторні, самостійні	ПтК-2, ПтК-3	10
2.2	Використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання електрохімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
2.3	Вміти працювати самостійно або в групі, отримувати результат у межах обмеженого часу.	практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	10
3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі електрохімії	лекції, лабораторні, практичні, самостійні	ПтК-1, ПтК-2, ПтК-3, ПсК	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	лекції, практичні, лабораторні, самостійні	ПтК-1, 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 та здійснювати професійну діяльність з найменшими ризиками для навколишнього середовища	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	1.4	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	+	+	+	+	+							

ПРН	РНД (код)											
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
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 стереохімічних досліджень		+	+									
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 стереохімічні властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних похідних, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах												
Знання основних шляхів синтезу та стереохімії в органічній хімії та хімії природних сполук, включаючи функціональні групові взаємоперетворення		+	+		+	+	+					
Уміння Здійснювати критичний аналіз, оцінювати дані та синтезувати нові ідеї						+		+	+			
Здійснювати експериментальну роботу під керівництвом, з метою перевірки гіпотез та дослідження явищ і хімічних закономірностей					+			+	+	+	+	

ПРН \ РНД (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
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 добросовісність.							+	+	+	+	+
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.						+	+	+	+	+	+
Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.					+	+		+	+	+	+

ПРН	РНД (код)											
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2	
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. усна доповідь під час практичного заняття;
- 1.2. активність під час лабораторного заняття та оформлення результатів лабораторного експерименту;
- 1.3. виконання домашньої самостійної роботи;
- 1.4. написання модульної контрольної роботи.

- підсумкове оцінювання

іспит.

7.2. Організація оцінювання:

8 семестр

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3	
	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів	Min. – 12 балів	Max. – 20 балів
Усна відповідь	3	5	3	5	3	5
Виконання домашньої самостійної роботи	3	5	3	5	3	5
Модульна контрольна робота 1	6	10				
Модульна контрольна робота 2			6	10		
Модульна контрольна робота 3					6	10

8 семестр

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Іспит	Разом
Max. Балів	20	20	20	40	100
Min. балів*	12	12	12	24	60

* рекомендований критичний мінімум

До іспиту може бути допущений студент, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Електрохімія" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання групових

тематичних контрольних робіт, виконання експериментальних лабораторних робіт), **і при цьому** за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримує** 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 МКР, за які отримана незадовільна оцінка, з дозволу деканату (за наявності поважної причини, що не дозволила вчасно та якісно підготуватися до доповіді / 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

Відмінно/Excellent	90-100
Добре/Good	75-89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ лекції	Назва лекцій	Кількість годин		
		лекції	Лабораторн і роботи	Самостійна робота
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ I " Рівноважні та нерівноважні явища у розчинах електролітів "				
1	Предмет та поняття електрохімії.	1	2	4
2	Теорія Дебая-Хюккеля та межі її застосування	1		3
3	Загальна характеристика руху іонів у водних розчинах.	1	3	4
4	Електропровідність розчинів слабких та сильних електролітів	1		3
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ II "Електрохімічна рівновага"				
5	Механізми утворення електрорушійних сил	1	2	3
6	Енергія Фермі, хімічний та електрохімічний потенціали	1		3
7	Термодинаміка електрохімічних систем та електродних процесів	2	3	4
8	Вплив різноманітних факторів на рівноважний потенціал.	1		4
9	Класифікація електродів та електрохімічних ланцюгів.	1		4
10	Гальванічні елементи та електролізери	1	3	3
ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ III "Основи електрохімічної кінетики"				

11	Швидкість електрохімічної реакції, катодний та анодний струм	1	2	4
12	Теорія електрохімічної кінетики (закон Батлера-Фольмера)	1		4
13	Оборотні, необоротні та квазіоборотні електрохімічні процеси	1		3
14	Стационарні криві густина току - потенціал	2	2	4
15	Природа виникнення поляризації електродів	1		4
16	Електрохімічні методи аналізу речовин.	1		3

Загальний обсяг - **90 год.**, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**

Лабораторні заняття - **14 год**

Практичні заняття – **1 год**

Самостійна робота - **57 год.**

Консультації – за вимогою студентів, але не менше ніж 1 раз на 2 тижні

Література

Основна

1. **Ф. Миомандр, С.Садки, П. Одебер, М Меалле-Рено.** Електрохімія. М.: Техносфера, 2008, 360 с.
2. **Антропов Л.И.** Теоретическая электрохимия. М.: Высшая школа, 1984, 520 с.
3. **Дамаскин Б.Б., Петрий О.А.** Основы теоретической электрохимии. М.: Высшая школа, 1978, 240 с.
4. **Яцимирський А.В., Болдирєва О.Ю., Роїк О.С.** Фізична хімія. Електрохімія. К.: Київ.ун-т, LAT&K, 2015, 138 с.

Додаткова

5. **Эткинс П.** Физическая химия в 2 т. М.: Мир, 1980, т. 1 - 580 с, т. 2 – 584 с.
6. **Синюков В.В.** Структура одноатомных жидкостей, воды и водных растворов электролитов: историко-химический анализ. М.: Наука, 1976, 256 с.
7. **Морф В.** Принцип работы ионоселективных электродов и мембранный транспорт. М.: Мир, 1985, 280 с.
8. **Кедринский И.А., Яковлев В.Г.** Литий-ионные аккумуляторы. Красноярск: Платина, 2002, 268 с.
9. **Гуревич Ю.Я.** Твердые электролиты. М.: Наука, 1986. 176 с.

Интернет ресурси

<https://www.scopus.com/>

<http://login.webofknowledge.com/>

<http://www.nbu.gov.ua/>

<http://www.library.univ.kiev.ua>

<https://www.researchgate.net/>

Перелік питань, що виносяться на підсумковий іспит

1. Основні положення теорії Дебая-Хюккеля. Які припущення приймаються при виведенні рівняння для коефіцієнта активності у I наближенні?
2. Електропровідність сильних та слабких електролітів у водних розчинах.
3. Перше та друге наближення теорії Дебая-Хюккеля. Їх співставлення з експериментальними даними.
4. Наведіть визначення питомої (χ) та еквівалентної (λ) електропровідностей. Які їх розмірності? Як будуть впливати на λ та χ перелічені фактори: концентрація електроліту, температура, в'язкість розчину, радіус іонів, ступінь дисоціації.
5. Поясніть природу виникнення релаксаційного та електрофоретичного ефекту у розчинах сильних електролітів. У чому причина аномальної рухливості іонів $(\text{H}_3\text{O})^+$ та OH^- ?
6. Правила схематичного запису та класифікація електрохімічних ланцюгів. Наведіть приклади хімічних та концентраційних ланцюгів (з переносом та без переносу).
7. Дифузійний потенціал. Механізм виникнення та методи усунення. Наведіть приклади розрахунку дифузійного потенціалу для концентраційних ланцюгів.
8. Яким чином вимірювання ЕРС використовується при визначенні коефіцієнтів активності, добутку розчинності, та констант рівноваги іонних реакцій? Наведіть приклади.
9. Термодинамічний вираз для рівноважного електродного потенціалу, рівняння Нернста. Класифікація електродів.
10. Взаємозв'язок між енергією Фермі та абсолютним потенціалом електроду. Гальвані та відносний потенціали електроду.
11. Теорія Батлера-Фольмера.
12. Будова подвійного електричного шару. Фарадеївські та нефарадеївські процеси. Які вимоги висувуються для робочих, допоміжних та електродів порівняння?
13. Загальна характеристика руху іонів у водних розчинах. Загальне рівняння Нернста-Планка. Фоновий електроліт.
14. Вплив різних факторів на рівноважний потенціал електродів. Діаграма Пурбе (РН-потенціал) для заліза.
15. Основи електрохімічної кінетики. Визначення анодного та катодного току. Явища поляризації та перенапруги.
16. Пояснити поняття оборотні, квазіоборотні та необоротні електрохімічні процеси.
17. Дифузійна перенапруга. Механізм, рівняння кривої $i(E)$, граничний струм
18. Електрохімічна перенапруга. Механізм, рівняння кривої $i(E)$, граничний струм
19. Принципіальна схема потенціостату та його застосування. Типи електродів.
20. Потенціометричне титрування (з одним та двома індикаторними електродами).
21. Амперометричне титрування (з одним та двома індикаторними електродами).
22. Кулонометрія.