

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра фізичної хімії**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

В.о. заступника декана  
з навчальної роботи

  
Наталя УСЕНКО

« 08 » \_\_\_\_\_ 2025 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ПОДВІЙНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ШАР ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ**

для студентів

галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>
спеціальність	<b>102 Хімія</b>
освітній рівень	<b>бакалавр</b>
освітня програма	<b>Хімія</b>
вид дисципліни	<b>вибіркова, з блоку вибору «Фізична хімія міжфазних явищ»</b>

Форма навчання	<b>денна</b>
Навчальний рік	<b>2025/2026</b>
Семестр	<b>8</b>
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<b>українська</b>
Форма заключного контролю	<b>іспит</b>

Викладач: доцент Гуральський Ілля Олександрович

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КИЇВ – 2025**

Розробник: Гуральський Ілля Олександрович, доктор хімічних наук, старший дослідник,  
доцент кафедри фізичної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о завідувача кафедри фізичної хімії

 Олександр РОЇК

Протокол № 10 від «29» квітня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол від «7» травня 2025 року № 9

Голова науково-методичної комісії  Олександр РОЇК

« 7 » травня 2025 року

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з механізмами утворення, будовою та властивостями подвійного електричного шару, класичними теоріями електрокінетичних явищ.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:** Успішне опанування курсів загальної хімії, фізичної хімії та колоїдної хімії. Володіння елементарними навичками операцій в хімічній лабораторії.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Предмет навчальної дисципліни «Подвійний електричний шар дисперсних систем» побудований таким чином, щоб дати студентам уявлення про електроповерхневі явища в дисперсних системах, їх значення та практичне використання. Існування подвійного електричного шару – причина електроповерхневих явищ. Розглядаються: причини і механізми виникнення подвійного електричного шару; сучасні уявлення про будову рівноважного подвійного електричного шару (ПЕШ), теорії будови рівноважного ПЕШ; класична теорія електрокінетичних явищ; електроосмос; потенціал і струм протікання; електрофорез; теорії Смолуховського і Гюккеля як граничні випадки теорії Генрі; поверхнева провідність; нерівноважний ПЕШ; класичний і поляризаційні режими вивчення ПЕШ. Можливість визначення  $\psi_0$  та  $\zeta$ - потенціалів.

**4. Завдання (навчальні цілі):** Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на формування таких компетентностей: здатність працювати в команді (ЗК3), здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК10), здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії (СК3), здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних (СК5), здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження (СК7), здатність використовувати стандартне хімічне обладнання (СК9).

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результати навчання (1 – знати; 2 – уміти)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1 Знати механізми виникнення та теорії будови рівноважного ПЕШ.	лекції, лабораторні, самостійні заняття	контрольна робота (питання з відкритими відповідями); захист лабораторної роботи, іспит	20
1.2. Знати методи вимірювання електро-кінетичного потенціалу та методи розрахунку поверхневого потенціалу.	лекції, лабораторні	захист лабораторної роботи, іспит	20

1.3. Знати причини порушення класичного режиму електрокінетичних явищ та уявлення про поляризований ПЕШ	лекції, лабораторні	контрольна робота (КР), захист лабораторної роботи, іспит	10
1.4. Знати фізичний зміст параметру ступеня поляризації (Rel). Нелінійні електроповерхневі явища.	лекції, самостійні заняття	усне опитування, реферат, іспит	10
2.1. Уміти експериментально визначати та розраховувати параметри ПЕШ.	лекції, лабораторні	захист лабораторної роботи,	20
2.2. Уміти розрізняти класичний і поляризаційні режими вивчення ПЕШ.	лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури	тестова КР, іспит	10
2.3 Уміти цілеспрямовано керувати характеристиками ПЕШ, змінюючи властивості розчину.	лекції, лабораторні	Усне опитування, тестова КР, іспит	10

#### 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни						
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3
P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	+	+	+	+			
P08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.					+	+	+
P09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.					+	+	+
P14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.					+	+	+
P19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.	+	+	+	+			

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

1. Контрольна робота 1: РН 1.1, РН 1.2 РН 2.1 – **10/7 балів**.
2. Контрольна робота 2: РН 1.3, РН 2.2, РН 2.3 – **10/7 балів**
2. Лабораторні роботи № 1–5: РН 1.1, РН 1.2, РН 2.1 – по **10/6 балів**.
3. Реферат: РН 1.4 – **20/10 балів**
4. Оцінювання самостійної роботи: РН 1.2, РН 1.3, РН 2.1, РН 2.2, РН 2.3 – **10/6 балів**.

#### Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання, які будуть оцінюватись: *оцінити під час іспиту*) РН 1.1, РН 1.3, РН 2.1, РН 2.2.

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: письмових завдань (2 теоретичних питання)

**Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою, ніж 24 бали.**

**Студент допускається до іспиту, якщо протягом семестру він:**

набрав не менше, ніж **36 балів**;

виконав і вчасно здав всі лабораторні роботи

### 7.2. Організація оцінювання:

Контрольна робота № 1: не раніше 2 тижня семестру;

Контрольна робота № 2: не раніше 4 тижня семестру;

Лабораторна робота № 1: виконується до 3 тижня семестру;

Лабораторна робота № 2: виконується впродовж 4–5 тижня семестру;

Лабораторна робота № 3: виконується впродовж 6-7 тижня семестру;

Лабораторна робота № 4: виконується впродовж 8-9 тижня семестру;

Лабораторна робота № 5: виконується в передостанній тиждень семестру;

Персональні завдання для написання реферату студенти отримують не пізніше, як за 4 тижні до закінчення семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	самостійна робота
<i><b>Змістовий модуль 1.</b></i>				
1	<b>Тема 1.</b> Причини виникнення ПЕШ. Термодинамічна рівновага поверхні поділу фаз з електричної енергії. Існування подвійного електричного шару – причина електроповерхневих явищ. Значення електроповерхневих явищ в хімічних, біологічних, геологічних процесах. Практичне використання.	2		4
2	Потенціометрія. Калібрування скляного електрода.		4	1
3	Потенціометричне титрування суспензії SiO <sub>2</sub> при різних іонних силах. Розрахунок залежності густини поверхневого заряду від рН. Визначення точки нульового заряду.		4	1
4	<b>Тема 2.</b> Механізми виникнення ПЕШ. Моделі будови ПЕШ. Зв'язок між поверхневою та електричною енергією.	2		4
5	Зміні потенціалу в залежності від відстані від поверхні для слабо та сильно заряджених поверхонь; зв'язок потенціалу та поверхневого заряду; вплив заряду та концентрації електроліту. Будова рівноважного ПЕШ – сучасні уявлення.	2		4
6	<b>Тема 3.</b> Гідратація іонів. Гідрофільність поверхні. Граничні шари. Уявлення про нерозчинюючий об'єм. Електрокінетичні явища як метод дослідження будови ПЕШ в дисперсних системах.	2		
7	<b>Тема 4.</b> Класична теорія електрокінетичних явищ. Електроосмос. Дослідження електроосмосу на відкритій поверхні. Прилади для вимірювання ζ-потенціалу методом електроосмосу. Вплив радіуса капіляра на експериментальні результати.	2		4
8	<b>Тема 5.</b> Потенціал і струм протікання. Конвективний та електроміграційний потоки. Стаціонарний рух рідини. Розподіл швидкостей. Визначення електрокінетичного потенціалу методом потенціалу протікання.	2		4
9	Вимірювання ζ-потенціалу методом потенціалу протікання. Вивчення впливу концентрації індиферентного електроліту		4	2
10	<b>Тема 6.</b> Електрофорез. Сили, що діють на часточку, їх залежність від параметра співвідношення товщини ПЕШ та розміру часточки. Електропровідність дисперсійного середовища і дисперсної фази. Теорії Смолуховського і Гюккеля як граничні випадки теорії Генрі.	2		4

11	<b>Тема 6.1.</b> Мікроелектрофорез. Умови коректного вимірювання електрофоретичної рухомості методом мікроелектрофорезу.	2		4
12	Підготовка полімервмісних суспензій Мікроелектрофорез - визначення стаціонарного рівня електрофоретичної комірки		3	2
13	Вимірювання $\zeta$ - потенціалу методом мікроелектрофорезу. Розрахунок товщини адсорбційного шару		3	2
14	<b>Тема 7.</b> Зміна чисел переносу в капілярних системах.	2		
15	<b>Тема 8.</b> Поверхнева провідність. Теорії Бікермана і Духіна. Параметр ступеня поляризації (Rel).	2		4
16	<b>Тема 9.</b> Класичний і поляризаційні режими вивчення ПЕШ. Стаціонарна поляризація її вплив на електрофорез. Основні припущення і результати теорії Буса і Овербека. Чисельний метод Вірсема. Порівняння результатів Генрі, Буса-Овербека та Вірсема.	2		4
17	<b>Тема 10.</b> Теорія Духіна поляризації тонкого ПЕШ. Нелінійні електроповерхневі явища.	2		4
	<b>УСЬОГО</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>48</b>

Загальний обсяг **90 год.**, у тому числі:

Лекцій – **24 год.**,

Лабораторні – **18 год.**

Самостійна робота – **48 год.**

## 9. Рекомендована література:

### Основна:

1. Колоїдна хімія: підручник / за ред. М.О. Мchedлова-Петросяна. – Х., 2010. – 500 с.
2. Малишева М.Л. Колоїдна хімія. / Малишева М.Л. : Навч. посібник. – К., 2017. – 231с.
3. Малишева М.Л., Фрицький І.О. /Задачі та питання для самостійної роботи з колоїдної хімії для студентів хімічного факультету. Навчальний посібник. – К., 2016, – 96 с.

### Додаткова:

1. Dukhin, S.S. & Derjaguin, B.V. "Electrokinetic Phenomena", J.Willey and Sons, 1974
2. Russel, W.B., Saville, D.A. and Schowalter, W.R. "Colloidal Dispersions", Cambridge University Press, 1989
3. "Measurement and Interpretation of Electrokinetic Phenomena", International Union of Pure and Applied Chemistry, Technical Report, published in Pure Appl.Chem., vol 77, 10, pp.1753-1805, 2005
4. Lyklema, J. "Fundamentals of Interface and Colloid Science", vol.2, page.3.208, 1995
5. Myers D. Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications. Second Edition. New York: John Wiley & Sons,., 1999. 493 p.