

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет

Кафедра фізичної хімії



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕОРІЯ ПРОЦЕСІВ ЕЛЕКТРОННОГО ПЕРЕНОСУ**

для здобувачів освітньо-наукового рівню  
доктор філософії

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітньо-наукова програма  
вид дисципліни

10 Природничі науки  
102 Хімія  
третій "освітньо-науковий"  
Хімія  
вибіркова

Форма навчання денна  
Навчальний рік 2021/2022  
Період навчання 2 рік  
Кількість кредитів ECTS 4  
Мова викладання,  
навчання та оцінювання українська  
Форма заключного контролю іспит

Викладач:

**Фрицький Ігор Олегович**, доктор хімічних наук, професор кафедри фізичної хімії

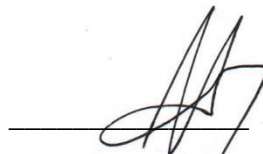
Пролонговано: на 2022/2023 н.р. Н.Усенко « 13 » 05 2022 р.  
Пролонговано: на 2023/2024 н.р. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_\_ р.  
Пролонговано: на 2024/2025 н.р. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 \_\_\_\_\_ р.

КИЇВ – 2021

Розробник: **Фрицький Ігор Олегович**, *д.х.н., проф., професор кафедри фізичної хімії*

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізичної хімії



Ігор ФРИЦЬКИЙ

Протокол № 8 від "05" березня 2021 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від "20" квітня 2021 року

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_



Олександр РОЇК

"20" квітня 2021 року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – Формування у аспіранта системи знань та вмінь щодо електронних переносів, вивчення сучасних теорій електронного переносу, основних закономірностей та механізмів переносу електронів в неорганічних і органічних молекулах та в біологічних системах.

**2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:**

*Знати:* неорганічну хімію, аналітичну хімію, органічну та фізичну хімію, вищу математику, іноземну мову на рівні випускника магістратури за спеціальністю «Хімія»

*Вміти:* аналізувати наукову літературу і інформацію з хімії та суміжних галузей знань, що надаються нормативними курсами на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».

*Володіти навичками* роботи в хімічній лабораторії, пошуку інформації та її критичної обробки, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

**3. Анотація навчальної дисципліни.** Дисципліна «Теорія електронного переносу» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта і призначена для вивчення аспірантами основних теорій переносу електронів В рамках курсу розглядаються основні закономірності окисно-відновних процесів, адіабатичні та неадіабатичні переноси електронів, внутрішньо- та зовнішньосферні механізми електронного переносу, електронні переноси в біохімічних реакціях та електротранспортні ланцюги в біологічних системах.

**4. Завдання:** подати сучасні підходи до описання основних закономірностей переносу електронів в органічних та неорганічних молекулах, в окисно-відновних процесах та біохімічних реакціях. Ознайомити з теоретичними уявленнями про переноси електронів в біологічних системах, про електротранспортні ланцюги та їх основні компоненти.

### 5. Результати навчання за дисципліною

<i>Код</i>	<i>Результат навчання (1.знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність)</i>	<i>Форми викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у під- сумковій оцінці з дисципліни</i>
<b>1.1</b>	Знати шляхи розв'язання комплексних проблем в галузі процесів переносу електронів в неорганічних та органічних молекулах	<i>лекції, самостійні</i>	<i>презентація, ПсК</i>	10
<b>1.2</b>	Знати основні закономірності перебігу окисно-відновних процесів, механізми електронного переносу в гомогенних, гетерогенних та біохімічних реакціях, основні компоненти електро-транспортних ланцюгів в біологічних системах	<i>лекції, практичні, самостійні</i>		15

1.3	Знати системні підходи до визначення внутрішньо- та зовнішньосферних механізмів електронного переносу.	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	10
2.1	Вміти знаходити та аналізувати інформацію з різних літературних джерел щодо теорій електронного переносу	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	10
2.2	Вміти здійснювати аналіз процесів із залученням переносу електронів на основі сучасних підходів	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	15
2.3	Вміти виконувати практичні завдання, заплановані у програмі курсу	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	10
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі теоретичних основ електронного переносу	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	10
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	<i>лекції, практичні, самостійні</i>	5
4.1	Вміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати пошуку інформації щодо процесів з електронними переносами	<i>практичні, самостійні</i>	10
4.2	Приймати обґрунтовані рішення, нести відповідальність за власні судження та результати	<i>практичні, самостійні</i>	5

\* **ПсК** - підсумковий контроль

**6. В результаті вивчення дисципліни** аспірант отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі фізичної хімії; знання праць провідних зарубіжних вчених та фундаментальних праць у галузі дослідження, відпрацює вміння формулювати мету власного наукового дослідження з огляду на сучасні наукові тенденції, формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми та здатність аналізувати наукові праці в галузі хімії та суміжних наук, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання.

Все це допоможе аспіранту навчитись проводити моніторинг наукових джерел інформації відносно досліджуваної проблеми, кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях в фахових виданнях, презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях, семінарах, використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, зборі, аналізі, обробці, інтерпретації експериментальних даних.

## 7. Схема формування оцінки

7.1. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

Модульний контроль включає 2 змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит).

Впродовж навчання передбачається написання 2 модульних контрольних робіт та 2 практичних занять.

### - семестрове оцінювання

- активність під час практичних занять;
- виконання домашньої самостійної роботи;
- виконання практичної роботи;
- модульна контрольна робота.

### - підсумкове оцінювання - іспит.

Максимальна оцінка за семестр: **60 балів.**

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів.**

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**

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

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2	
	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів
Усна відповідь	4	6	4	6
Виконання домашньої самостійної роботи	2	2	2	2
Виконання практичної роботи	4	7	4	7
Модульна контрольна робота	8	15	8	15

До іспиту може бути допущений аспірант, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни "Теорія електронного переносу" (а саме: виконання зазначених у програмі домашніх самостійних робіт, написання модульних контрольних робіт, виконання практичних робіт), **і при цьому** за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримав** за змістові модулі сумарну оцінку в балах **не менше 36 балів** (критично розрахунковий мінімум - 20 балів - при формі підсумкового контролю – іспит).

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

При простому розрахунку  $ПО = 3M1 + 3M2 + КПМ$  отримуємо:

	3M1+3M2	іспит	Підсумкова оцінка (ПО)
Максимум	60	40	100
Мінімум	36	24	60
Критичний мінімум	20	40	60

Теми для самостійного опрацювання також виносяться на іспит.

Для здобувачів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум – 20 балів* для одержання допуску до іспиту обов'язково слід відпрацювати всі заборгованості та написати 2 модульні контрольні роботи (мінімум на 8 балів із 15 за кожен роботу).

У випадку відсутності здобувача 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.

## 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

### НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	С/Р
<i>Змістовий модуль 1. Сучасні теоретичні уявлення про електронний переніс. Переніс електрону в неорганічних та органічних молекулах.</i>				
1	Основні закономірності окисно-відновних процесів. Окисники і відновники. Самостійна робота з літературою.	2		12
2	Внутрішньо- та зовнішньосферні механізми електронного переносу. Наближення Борна-Опенгеймера. Самостійна робота з літературою	2		12
3	Неадиабатичний переніс електрону. Теорія Маркуса для гомогенних та гетерогенних реакцій переносу електрону. Самостійна робота з літературою.	2		12
4	Адиабатичний переніс електрона, теорія Крамерса. Самостійна робота з літературою.	2	2	12
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>	1		
	<i>Всього</i>	9		48
<i>Змістовий модуль 2. Електронний переніс в біологічних системах</i>				
5	Окисно-відновні процеси в біологічних системах. Переніс електрона в біохімічних реакціях. Самостійна робота з літературою.	2		12
6	Поняття про електронно-транспортні ланцюги (ЕТЛ) в біологічних системах. Самостійна робота з літературою.	2		12
7	Мітохондріальний та фотосинтетичний ЕТЛ, їх основні компоненти. Самостійна робота з літературою.	2		12
8	Електронний переніс в білках. Цитохроми. Залізо-сірчані протеїни. «Блакитні» мідні електронно-транспортні протеїни. Самостійна робота з літературою.	2	2	12
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>	1		
	<i>Всього</i>	9		48
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>96</b>

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **18 год.**

Практичних робіт – **4 год.**

Самостійна робота - **98 год.**

## **Рекомендована література:**

### **Основна:**

1. Докторов А.Б. Основы теории элементарных реакций. Учебное пособие. Новосибирск, Новосибирский госуниверситет, 2010.
2. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А. Электрохимия. М.: Колосс-Химия, 2006.

### **Додаткова:**

1. R. A. Marcus and N. Sutin, Electron transfers in chemistry and biology, *Biochem. Biophys. Acta* **811** (1985) 265 – 322.
2. Э. Г. Петров Физика переноса зарядов в биосистемах. Киев: Наук. Думка, 1984. – 368 с.
3. В. Ф. Гантмахер. Электроны в неупорядоченных средах. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.– 176 с.
4. М.В.Базилевский, В.И.Фаустов "Современные теории химических реакций в конденсированной фазе". *Успехи химии*. 1992, т.61, N. 7, с.1185-1223.
5. П. М. Красильников. Механизмы переноса зарядов в биоструктурах.  
<http://erg.biophys.msu.ru/wordpress/study>

### **Интернет ресурси**

1. <https://www.elch.chem.msu.ru>
2. <https://www.scopus.com/>
3. <https://journalmetrics.scopus.com/>
4. <http://erg.biophys.msu.ru/wordpress/study>