

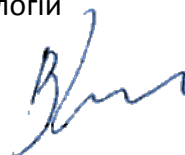


Розробник:

Лозовський Валерій Зіновійович, доктор фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій



Валерій ЛОЗОВСЬКИЙ

Протокол № 11 від «3» березня 2021

Схвалено науково - методичною комісією  
Інституту високих технологій  
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «<sup>05</sup>» березня 2021 року № 3

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



Наталя РУСІНЧУК

«<sup>05</sup>» 03 2021 року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – ознайомлення студентів з основними фактами, ідеями та методами фізики низьковимірних та нано-систем, що є базою сучасної мікроелектроніки та нано-електроніки, що лежить в основі нових методів та підходів у біотехнології, супрамолекулярної хімії та наномедицини.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):**

1. Знати основи фізики твердого тіла, квантової та статистичної фізики.
2. Вміти застосовувати знання з загальної фізики, статистичної та квантової фізики до аналізу властивостей фізичних систем і структур.
3. Володіти елементарними навичками з математичного аналізу, лінійної алгебри, диференціальних рівнянь та функцій комплексної змінної

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Розглядаються основні ефекти, що пов'язані з нано-розмірністю систем, як класичні, так і квантоворозмірні. Обговорюються основні технологічні методи отримання нано-систем та основи сучасних експериментальних методик контролю їхньої морфології та фізичних параметрів. Серед класичних явищ у нано-системах розглянуто ефекти ближнього поля, елементи нанооптики та ефекти сучасної плазмоніки, що лежать в основі сучасної наномедицини. Описано властивості квантоворозмірних ефектів у квантових ямах, надтратках, квантових нитках та точках. Проаналізовано особливості квантового транспорту в квазіодновимірних системах. Показано, як досліджувані ефекти можуть застосовуватись у сучасних фізиці, хімії, біології, біотехнології та медицині.

**4. Завдання (навчальні цілі):** які можуть бути розвинуті в контексті хімії, носять загальний характер та можуть бути застосовуваними в багатьох інших контекстах.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ФК1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.

ФК2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.

ФК5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.

ФК6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття фізики низьковимірних систем, основні властивості квантоворозмірних- та нано-структур.	лекції	Письмова контрольна робота	40%
1.2	Мати уявлення: про цілі і задачі фізики низьковимірних та нано-систем, її роль й місце в природознавчих науках; про сучасні напрямки розвитку фізики наноструктур.	лекція	відповіді на іспиті	20%
2.1	Вміти будувати моделі взаємодії між твердотільними наноструктурами та біологічними об'єктами, та аналізувати особливості таких взаємодій	практична робота	Контрольна та самостійна робота	20%
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення з планування та проведення експериментів з біооб'єктами, використовуючи ідеї та методи фізики низьковимірних та нано-систем.	Практична робота	Виконання індивідуальних завдань	20%

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

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>2.1</b>	<b>4.1</b>
<i>P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.</i>		+	+	+
<i>P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.</i>	+	+	+	+
<i>P5. Володіти методами комп'ютерного моделювання структури, параметрів і динаміки хімічних систем.</i>	+	+	+	
<i>P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.</i>		+	+	+
<i>P13. Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.</i>				+
<i>P14. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.</i>	+			+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

**- семестрове оцінювання:**

1. дві модульні контрольні роботи: РН 1.1-1.2, 4.1 - 40 балів/20 балів.

2. Самостійна семестрова робота: РН 2.1. - 20 балів/16 балів

Усього: 60 балів/36 балів.

**- підсумкове оцінювання: іспит – 40 балів/24 бали**

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	36	60
Підсумкове оцінювання (іспит)	24	40
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

### 7.2 Організація оцінювання:

Після другого практичного заняття студенти отримують індивідуальні завдання до самостійної семестрової роботи. У випадку помилок у розв'язку завдання студенту дозволяється їх виправити після перевірки. Мінімальну кількість балів студент може отримати у випадку правильного розв'язання усіх завдань без представлення їх письмового обґрунтування.

У через 1.5 місяця після початку семестру та в кінці семестру після завершення вивчення тем на останньому практичному занятті проводяться модульні контрольні роботи. Контрольні роботи спрямовані на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій та вміння застосовувати отримані знання до розв'язання задач. Результати контрольної роботи студенти дізнаються у той самий день. Контрольна робота вважається складеною, якщо студент розв'язав задачу та надав хоча короткі відповіді на кожне з запитань. У цьому випадку він отримує мінімально можливу оцінку за контрольну роботу – 10 балів. У випадку неуспішного написання контрольної роботи студенту дозволяється один раз її перескласти.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

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

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять**

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
<b>Частина 1 Класичні ефекти в фізиці нано-систем</b>				
1	<b>Вступ.</b> Загальна характеристика наносистем як прикладу низько-вимірних систем. Гетероструктури, квантові ями та надгратки. Молекулярно-напівпровідникові нанокомпозиції. Класичні та квантові ефекти, що викликані пониженою вимірністю систем <b>Тема 1</b> Особливості провідності тонких металічних плівок.	2		2
2	<b>Тема 2</b> Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Зовнішнє та локальне поле. Відгук на локальне та зовнішнє поле. Ефективна сприйнятливість. Самоузгоджене локальне поле. Рівняння Ліппмана-Швінгера самоузгодженого поля.	2		4
3	<b>Тема 2</b> Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Ефективна сприйнятливість тонких плівок та мезо-частинок. Поглинання зовнішнього випромінювання мезо-частинками та тонкими плівками.	1	2	4
4	<b>Тема 2</b> Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Ефективна сприйнятливість нанокомпозитних плівок. Поглинання зовнішнього випромінювання нанокомпозитними плівками.	1		4
5	<b>Тема 3</b> Поверхневі хвилі Збудження поверхневого плазмон поляритона. Поверхневий плазмон поляритонний резонанс.	2	2	6
6	<i>Контрольна робота 1</i>	1		
<b>Частина 2 Квантово-розмірні ефекти</b>				
7	<b>Тема 4</b> Квантові ями Ієрархія довжин в структурах з квантово-розмірними ефектами. Спектр електронних станів в квантових ямах. Прямокутна квантова яма. Щільність станів в квантових ямах. Поперечний електронний транспорт.	2		6
8	<b>Тема 5</b> Гетероструктури та надгратки Спектр електронних станів в надгратках. Формування мінізон. Повздовжня та поперечна ефективні маси. Щільність станів в надгратках	2		6
9	<b>Тема 6</b> Тунельний транспорт Метод Т-матриці. Коефіцієнт проходження електрона через тунельну структуру. Резонансне тунелювання. Тунельні діоди	2	2	10

10	<b>Тема 7</b> Квантові нитки Квазі-одновимірний рух електронів в квантових нитках. Щільність станів. Квантовий транспорт. Формула Ландауера. Квантування кондактансу.	1	2	8
11	<b>Тема 8</b> Квантові точки Спектр електронних станів в квантових точках. Ефекти локального поля в низьковимірних системах. Лембовські зсуви рівнів в квантових точках. Електронні та оптичні властивості масивів квантових точок.	1	2	6
12	<b>Тема 9</b> Нано-системи в сучасній біології та медицині	2		4
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота чи</i>	1		
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>

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

Лекції – **20 год.**

Практичні заняття - **10 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна:*

1. V.Mitin, V.Kochelap, M.Strasio, "Quantum Heterostructures/ Microelectronics and Optoelectronics", Univ.Press., Cambridge, 1998
2. J.Davies, "The Physics of Low-Dimensional Semiconductors. An Introduction", Univ.Press., Cambridge, 1998
3. О.В.Третяк, В.З.Лозовський, "Фізика низьковимірних систем", ВПЦ Київський університет, Київ, 2013

### *Додаткова:*

1. О.В.Третяк, В.З.Лозовський, "Основи фізики напівпровідників" Том 2, ВПЦ Київський університет, Київ, 2009
2. O.Keller, Physics of local field // Phys. Rep.-1996.- v. 268, N2/3.
3. Girard C., Joachim C., Gauthier S. The physics of the near-field. // Rep.Prog.Phys.- 2000.- Vol.63.- P.893-938.
4. V.Lofovski, The Effective Susceptibility Concept in the Electrodynamics of Nano-Systems // J. Computational & Theoretical Nanosciences.- 2011.- v.7.-p.2077-2093.
5. Valeri Z Lofovski, Volodymyr S Lysenko and Natalia M Rusinchuk, Near-field interaction explains features of antiviral action of non-functionalized nanoparticles // Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology.- 2020.-v. 11. - 015014 (13pp)

## 10. Додаткові ресурси:

1. <https://www.mdpi.com/2079-4991/9/10/1365>
2. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7063758>