

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра загальної фізики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
навчальної роботи
Момот О.В.

«10 серпня» 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика фулеренів та вуглецевих нанотрубок

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

10 Природничі науки

104 Фізика та астрономія

бакалавр

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

галузь знань

(шифр і назва)

спеціальність

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень

освітня-професійна програма

Фізичне матеріалознавство/неметалічне
матеріалознавство (назва освітньої програми)

вид дисципліни

вибіркова

В.С.Б.І.І.

Форма навчання

очна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

8

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладачі: доцент Овсієнко Ірина Володимирівна

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

Розробники¹: Овсієнко Ірина Володимирівна, кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
доцент кафедри загальної фізики
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри

(підпис)

(Боровий М.О.)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 7 від 19 травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 11 від 10 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

(Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни –отримання глибоких та систематичних знань в галузі фізики фулеренів та вуглецевих нанотрубок, оволодіння сучасними експериментальними та теоретичними методами дослідження та опису фізичних властивостей нанорозмірних оболонкових структур.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знання з курсів «Термодинаміка та молекулярна фізика», „Електрика та магнетизм”, „Квантова механіка”, „Електронна структура твердого тіла”, „Фізичне матеріалознавство”
2. Знання з курсів вищої математики та вміння їх застосовувати для розрахунків.
3. Вміння проводити фізичний експеримент, працювати з електро-вимірювальними приладами.
4. Знання з теорії похибок, вміння оцінювати точність вимірювання.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

Навчальна дисципліна включає розгляд таких тем, як „Будова, методи отримання та властивості фулеренів та фулереноподібних структур”, та „Структура, методи отримання та хімічні і фізичні властивості одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок”. Вивчення дисципліни спрямоване на засвоєння засобів та методів розв'язання конкретних задач професійної діяльності, розвиток навичок самостійного вивчення науково-технічної літератури, набуття вміння формулювання практичних задач з врахуванням їх фізичної суті; розвинення наукового світогляду, сучасного фізичного мислення і формування вмінь аналітичного мислення. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи, консультації. Методи оцінювання: контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, захист лабораторних робіт, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) –ознайомлення із фізико-хімічними закономірностями утворення та будовою фулеренів та вуглецевих нанотрубок, з процесами фізичної та хімічної модифікації нанокарбонових структур, вивчення властивостей нанокарбонових структур, оволодіння методами дослідження структури та властивостей нанокарбонових структур.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика і астрономія» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних *компетентностей*:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується складністю та невизначеністю умов.

Загальних:

- (ЗК01) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- (ЗК07) Навички здійснення безпечної діяльності.
- (ЗК10) Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- (ЗК13) Здатність спілкуватися іноземною мовою.

Спеціальних (фахових, предметних):

- (ФК01) Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- (ФК03) Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

- (ФК04)Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- (ФК08)Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- (ФК09)Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- (ФК10)Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- (ФК15) Здатність аналізувати світові тенденції розвитку фізики для вибору власної освітньої траєкторії.
-

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	Особливості формування та методи дослідження структури фулеренів та вуглецевих нанотрубок.	<i>Лекції,самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота, перевірка самостійної роботи, опитування в процесі лекції, залік</i>	20
1.2	Методи отримання та модифікації фулеренів та вуглецевих нанотрубок.	<i>Лекції,самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота, перевірка самостійної роботи, опитування в процесі лекції, залік</i>	30
1.3	Механізми формування транспортних властивостей об'ємних зразків з фулеренів та вуглецевих нанотрубок	<i>Лекції,самостійна робота</i>	<i>Модульна контрольна робота, перевірка самостійної роботи, опитування в процесі лекції, залік</i>	20
2.1	Визначати параметри структури фулеренів та вуглецевих нанотрубок за даними рентгенівської дифракції та раманівської спектроскопії	<i>Лабораторні роботи,самостійна робота</i>	<i>Захист лабораторних робіт, перевірка самостійної роботи,</i>	15
2.2	Проводити дослідження кінетичних	<i>Лабораторні</i>	<i>Захист</i>	15

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

властивостей об'ємних зразків з вуглецевих нанотрубок	роботи,самостійна робота	лабораторних робіт, перевірка самостійної роботи,	
---	--------------------------	---	--

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
Програмні результати навчання					
ПРН1.Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії	+	+	+		
ПРН3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.	+	+	+		
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+	+	+		
ПРН7.Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.				+	+
ПРН8.Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		+	+		
ПРН9. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.				+	+
ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.	+	+	+		
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.				+	+
ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.	+	+	+		

ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.	+	+	+		
ПРН26.Знати основні сучасні фізичні теорії, що пов'язані з поясненням властивостей матеріалів; вміти застосовувати їх до пояснення властивостей неметалічних систем з різним функціональним призначенням.	+	+	+		
ПРН27.Мати базові навички експериментального дослідження функціональних матеріалів різноманітного призначення, вміти обирати оптимальні методи та засоби їхнього дослідження.				+	+

Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: „Структура, методи отримання та властивості фулеренів та фулереноподібних утворень”, який включає в себе 7 лекцій та 2 лабораторні роботи, та „Структура, методи отримання та хімічні і фізичні властивості одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок”, який складається з 8 лекцій та 2 лабораторних робіт.

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Опитування в процесі лекції (16 балів).
2. Модульна контрольна робота 1 (10 балів).
3. Захист лабораторних робіт першого змістового модулю ($6 \times 2 = 12$ балів).
4. Модульна контрольна робота 2 (10 балів).
5. Захист лабораторних робіт другого змістового модулю ($6 \times 2 = 12$ балів).

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Підсумкове оцінювання у формі заліку¹: (обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі)

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

у випадку комплексного екзамену слід вказати питому вагу складових

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру не виконав та не захистив всі передбачені робочою програмою лабораторні роботи (1) та набрав менше 36 балів (2).²

¹Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (**100** балів - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: **60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен**).

²У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20** балів, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).

Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

7.2. Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).

7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	лабораторні	Самостійна робота
Частина 1.(ЗМ1)Структура, методи отримання та властивості фулеренів та фулереноподібних утворень				
1	Тема 1. Класифікація нанорозмірних вуглецевих структур. Історія відкриття та основні визначення нових алотропних модифікацій вуглецю. Топологія замкнутих вуглецевих кластерів – фулеренів. Лаб.р Визначення параметрів структури ВНТ за даними рентгенівської дифракції. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції.Оформлення звіту по лабораторній роботі.	2	3	8
2	Тема 2. Методи отримання фулеренів. Моделі утворення фулеренів. Кристалічна структура фулеритів. Механізми провідності фулеритів. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до лабораторної роботи.	2		7
3	Тема 3. Полімеризація фулеренів. Методи та механізм полімеризації фулеренів. Фізичні властивості полімеризованих фулеренів. Хімічні властивості фулеренів. Лаб.р. Визначення параметрів структури ВНТ за даними раманівської спектроскопії. С.р.с Вивчення матеріалу лекції. Оформлення звіту з лабораторної роботи.	2	3	8
4	Тема 4. Сполуки фулеренів з металами. Інтеркаляція. Фізичні властивості фулеридів. Фулерени в природі.	2	1	7

	Застосування фулеренів та їх похідних. Лаб.р. Захист лабораторних робіт ЗМ1. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Підготовка до контрольної роботи ЗМ1.			
	Підсумкова модульна контрольна робота 1			
Частина 2.(ЗМ2)Структура, методи отримання та хімічні і фізичні властивості одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок				
8	Тема 5. Вуглецеві нанотрубки. Методи отримання та очищення вуглецевих нанотрубок. Порівняльний аналіз методів отримання одностінних та багатостінних нанотрубок. Лаб.р. Дослідження температурної залежності електроопору об'ємних зразків ВНТ з різним ступенем структурної досконалості. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Оформлення звіту з лабораторної роботи.	2	3	8
9	Тема 6. Будова одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок. Хіральність нанотрубок. Морфологічні форми ниткоподібних вуглецевих наночастинок. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції Підготовка до лабораторної роботи.	2		7
10	Тема 7. Хімічні властивості вуглецевих нанотрубок. Методи функціоналізації та солюбілізації вуглецевих нанотрубок. Полімеризація вуглецевих нанотрубок. Лаб.р. Дослідження магнітоопору об'ємних зразків ВНТ з різним ступенем структурної досконалості. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Оформлення звіту з лабораторної роботи.	2	3	8
11	Тема 8. Моделі провідності одностінних та багатостінних вуглецевих нанотрубок. Лаб.р. Захист лабораторних робіт ЗМ2. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції .Підготовка до контрольної роботи ЗМ2.	1	1	7
	Підсумкова модульна контрольна робота 2			
	ВСЬОГО	15	14	61

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год.³, в тому числі:

Лекцій – **15 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **0 год.**

Лабораторні заняття – **14 год.**

Тренінги – **0 год.**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота – **61 год.**

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА⁴:

Основна: (Базова)

1. М.О. Боровий, Ю.А. Куницький, О.О. Каленик, І.В. Овсієнко, Т.Л. Цареградська. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої: Навч. посіб. – Київ. Видавництво НВП «Інтерсервіс», 2015, 350 с. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.

³ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

⁴ В тому числі Інтернет ресурси

2. І.В. Овсієнко, Л. Л. Вовченко, Л. Ю. Мацуй. Вуглецеві матеріали та інтеркальовані сполуки на їх основі. Навчальний посібник. НВП “Видавництво “Наукова думка” НАН України”, 2009, 129 стор. <https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.
3. О.Т. Богорош, С.О. Воронов, В.Й. Котовський. Нові речовини (частина 3). Нано- та біоматеріали і матеріали з унікальними властивостями: Навч. посіб. Київ, НТУУ «КПІ», 2015. – 403 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21521>.
4. О.А.Лазаренко, Л.Л. Вовченко, І.В.Овсієнко, Л.Ю. Мацуй. Полімерні композити нановуглець – метал: Наукова монографія.- Вінниця. ТОВ «Твори», 2018. – 200 с.<https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету
5. М.О. Боровий. І.В. Овсієнко. Рентгенівська дифрактометрія наноструктурних матеріалів. Вінниця. ТОВ «Нілан-ЛТД» 2018 – 86 стор.<https://gen.phys.univ.kiev.ua/biblioteka/pidruchniki-ta-posibniki>. Бібліотека фізичного факультету.

Додаткова:

1. В.З. Куцова, Т.В. Котова. Вуглецеві наноматеріали. Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2014. – 61 с.https://nmetau.edu.ua/file/kutsova_kotova_ugler_nanomater_2014.pdf.