

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Фізика ядра та елементарних частинок**

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

**10 «Природничі науки»**

(шифр і назва)

галузь знань

спеціальність

**104 «Фізика та астрономія»**

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень

**бакалавр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма

**Фізика**

(назва освітньої програми)

вид дисципліни

**обов'язкова**

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

6

Кількість кредитів ECTS

5

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

Викладачі: докт. фіз.-мат. наук, професор В.А. Плужко;

(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)

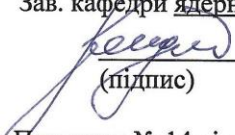
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_ 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2022**

Розробник: *В.А.Плюйко, докт. фіз.-мат. наук, професор КЯФВЕ*

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

 (Ігор Каденко)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 14 від «03» червня 2022 р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету  
фізичного факультету

Протокол від «10» червня 2022 року №11

Голова науково-методичної комісії



(Олег Оліх)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – Метою дисципліни «Фізика ядра та елементарних частинок» є отримання студентами глибоких базових знань з курсу ядерної фізики, що включає засвоєння основних законів фізики у мікросвіті та оволодіння методами і принципами розв'язку ядерно-фізичних задач.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

1. Успішне опанування всіх попередніх нормативних базових курсів фізики: «Механіка», «Молекулярна фізика», «Електрика», «Оптика».
2. Вміти розв'язувати задачі з основних курсів фізики.
3. Володіти елементарними навичками роботи на комп'ютері по пошуку інформації в мережі Інтернет.

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Фізика ядра та елементарних частинок» є одним з розділів нормативного курсу загальної фізики, що лежить в основі вивчення всіх природничих наук, і є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр".

Курс «Фізика ядра та елементарних частинок» дозволить значно покращити базову підготовку студентів, їх розуміння явищ у мікросвіті, у використанні досягнень ядерної фізики у фундаментальних і прикладних дослідженнях, зокрема, атомній енергетиці та ядерній медицині.

**4. Завдання (навчальні задачі)** – навчити студентів вільно орієнтуватися на якісному й кількісному рівні в основних ядерно-фізичних явищах, пов'язаних з проявами квантової будови речовини, виробити навички практичного використання засвоєних знань, методів і підходів у подальшому навчанні, спеціалізації та професійній діяльності. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП «Фізика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

#### Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

#### Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

#### Фахові:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК10. Здатність самостійно навчатися і опанувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

ФК15. Здатність аналізувати світові тренди розвитку фізики та астрономії для вибору власної освітньої траєкторії навчання та тематики майбутніх наукових досліджень.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

<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.	<i>Знати:</i>	<i>Лекції, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
1.1	<i>визначення основних ядерно-фізичних величин та одиниці їх вимірювання;</i>			
1.2	<i>будову атомних ядер та їх загальні властивості;</i>			
1.3	<i>загальні властивості нуклон-нуклонних ядерних сил та основи їх опису;</i>			
1.4	<i>класифікацію моделей опису структури атомних ядер та загальні методи опису одностинкових та колективних явищ в ядрах;</i>			
1.5	<i>радіоактивні перетворення атомних ядер та їх типи, а також особливості електромагнітних переходів в ядрах.</i>			
2.	<i>Вміти:</i>	<i>Лекція, практичні заняття, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
2.1	<i>логічно і послідовно формулювати основні поняття ядерної фізики;</i>			
2.2	<i>розв'язувати основні типи задач з ядерної фізики;</i>			
2.3	<i>виконувати і інтерпретувати результати лабораторних роботи з вимірювання ядерно-фізичних величин та оцінювати точність отриманих результатів;</i>			
2.4	<i>самостійно опанувати та використовувати літературу з ядерної фізики.</i>			

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

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>Результати навчання дисципліни</b>	
	<b>1.</b>	<b>2.</b>
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.	+	+
ПРН4. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.	+	+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+
ПРН11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	+	+
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.	+	+
ПРН18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.	+	+
ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	+	+
ПРН25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітніх траєкторій та професійного розвитку.	+	+

## 8. Схема формування оцінки.

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на два змістові модулі. У першому змістовному модулі вивчається матеріал за темою “Структура атомних ядер”, а у другому – “Ядерні процеси”. У межах кожного із змістовних модулів передбачається проведення практичних занять з розв'язку фізичних задач за темою матеріалу модуля та самостійних роботи. Загальна оцінка формується з оцінювання: 1) результатів семінарських занять, 2) виконання домашніх самостійних завдань; тестів та контрольних робіт.

### 8.1. Форми оцінювання студентів.

. Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліни "Фізика ядра та елементарних частинок" студента проводиться у формі іспиту з використанням модульно-рейтингової системи оцінювання.

### 8.2. Організація оцінювання:

#### Організація оцінювання на іспиті з навчальної дисципліни.

Активність студента в межах кожного модуля (розв'язування вправ та активність на практичних заняттях, виконання домашніх завдань) максимально оцінюється в 10 балів. Наприкінці кожного змістового модулю проводиться контроль теоретичних і практичних знань у вигляді модульної письмової контрольної роботи (за розрахунок 1 год. самостійної роботи). Максимальна кількість балів за контрольну роботу –10 балів. Максимальна кількість балів, яка може бути отримана за підсумком кожного із змістовних модулів – 20. Загальна

максимальна кількість балів, яка може бути отримана студентом при виконанні завдань двох змістових модулів – 40.

Підсумковий контроль знань з навчальної дисципліни "Фізика ядра та елементарних частинок" студента проводиться у формі іспиту, під час якого може бути отримана максимальна кількість балів – 60. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка на іспиті складається з семестрової модульної та екзаменаційної оцінок і дорівнює 100 балам.

Екзаменаційна рейтингова оцінка визначається за результатами виконання екзаменаційних завдань, що наведені у екзаменаційних білетах (2 теоретичних питання та одна задача). При пропусках студентом лекцій та практичних занять без поважних причин, які підтверджені документально, студенту на іспиті даються додаткові завдання з теоретичних питань та розв'язку задач з розрахунку одна додаткова задача на один пропуск та один білет на два пропуски.

Умови допуску до підсумкового іспиту - виконання всіх практичних завдань з курсу та позитивна оцінка за кожною з модульних контрольних робіт. У відсутність студента на модульній контрольній роботі з поважних причин, які підтверджені документально, студент повинен пройти модульний контроль у інші терміни. в установленому деканатом порядку.

### **8.3 Шкала відповідності оцінок.**

#### **Шкала відповідності оцінювання на іспиті**

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

## СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин			
		лекції	практ.з ан.	конс.	самоств. робота
Змістовий модуль 1. Структура атомних ядер					
1	<i>Загальні властивості атомних ядер. Формула Вайцзекера для питомої енергії зв'язку. Розміри та деформація ядер. Статичні мультипольні моменти ядер.</i>	5	4		8
2	<i>Класифікація станів системи з двох нуклонів. Основи теорії структури дейтрона. Ядерні сили.</i>	5	3		7
4	<i>Класифікація моделей структури атомних ядер. Модель ядерного фермі-газу. Середній ядерний потенціал, його компоненти та методи обчислення.</i>	5	4		8
5	<i>Оболонкова модель ядра. Магічні числа. Парні кореляції. Загальні уявлення про колективні явища в ядрах. Краплинна модель ядра.</i>	5	3		8
6	<i>Ротаційні та вібраційні стани ядер. Гігантські резонанси.</i>	3	2		7
	Модульна контрольна робота 1				2
Змістовий модуль 2. Ядерні процеси					
7	<i>Електромагнітне випромінювання ядер. Радіоактивність атомних ядер та основні закони радіоактивного розпаду.</i>	5	4		8
8	<i>Основи теорій альфа- та бета-розпадів. Загальні закономірності ядерних реакцій. Елементи теорії пружного розсіяння.</i>	5	3		8
9	<i>Механізми ядерних реакцій. Поділ важких ядер. Теорія Струтинського для двогорбового бар'єру.</i>	5	3		8
10	<i>Ланцюгова ядерна реакція та принцип дії ядерних реакторів поділу. Загальні властивості елементарних частинок та типи їхньої взаємодії.</i>	6	4		9
	Модульна контрольна робота 2				2
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>75</b>

Примітка: теми, винесені на самостійне вивчення.

Загальний обсяг год. – **150-**, в тому числі:  
лекцій – **44 год.**;  
практичні заняття – **30 год.**;  
самостійна робота - **75 год.**,  
тренінги - **0 год.**,  
консультації – **1 год.**

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. І. М. Каденко, В.А. Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок. – Київ: ВПЦ Київ. унів., 2019.-480 с.
2. Л. А. Булавін, В. К. Тартаковський. Ядерна фізика. – Київ: Знання, 2005.

3. К. Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика. Т. II. Физика элементарных частиц. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 376 с.
4. Б. Ю. Денисов, В. А. Плюйко. Проблемы физики атомного ядра и ядерных реакций. – Киев: ВПЦ Київ. унів., 2013.
5. И. М. Капитонов. Введение в физику ядра и частиц. – Москва: УРСС, 2002.
6. Д. Блан. Ядра, частицы, ядерные реакторы. – М.: Мир, 1989.
7. Б. С.Ишханов. Частицы и атомные ядра. – М.: МГУ, 2007; <http://nuclphys.sinp.msu.ru>.
8. Д. В.Сивухин. Общий курс физики. Т. 5. Атомная и ядерная физика. – М.: Физматгиз /МФТИ, 2002.
9. Ю. М. Широков, Н.П. Юдин. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980.
10. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з ядерної фізики, Київ: КГУ, 1998; оновлення 2007;: [http://atom.univ.kiev.ua/npds/ua/3\\_study/lab№.pdf](http://atom.univ.kiev.ua/npds/ua/3_study/lab№.pdf)
11. В. А.Плюйко, К.М. Солодовник Збірник задач з ядерної фізики з розв'язками. 2020.-108 с. <http://atom.univ.kiev.ua/2016/library/library.html>
11. И. А Антонова, Н.Г.Гончарова, Ф.А.Живописцев. Задачи по ядерной физике. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.

### Інтернет-ресурси

<http://atom.univ.kiev.ua/>; <http://pdg.lbl.gov>;  
<http://www.webelements.com/>; <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>