

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
(назва факультету, інституту)

Кафедра ядерної фізики та високих енергій



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**Теорій ядра та ядерних реакцій**

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань **10 «Природничі науки»**  
(шифр і назва)  
спеціальність **104 «Фізика та астрономія»**  
(шифр і назва спеціальності)  
освітній рівень **бакалавр**  
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)  
освітня програма **Фізика**  
(назва освітньої програми)  
спеціалізований вибірковий блок **«фізика високих енергій», «ядерна енергетика»**  
(за наявності) (назва спеціалізації)  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2021/2023</u>
Семестр	<u>7</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>7</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

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

(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)

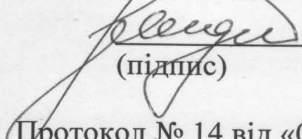
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

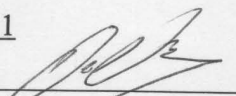
 (Ігор Каденко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

**Мета дисципліни** – отримання студентами фундаментальних базових знань з курсу теорії ядра та ядерних реакцій, що включають опис і аналіз колективних та одночастинкових збуджень атомних ядер, їхній розпад та взаємодію.

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

1. Успішне опанування всіх попередніх нормативних базових курсів фізики («Фізика атомного ядра та елементарних частинок», «Механіка», «Молекулярна фізика», «Електрика», «Оптика») та вищої математики.
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:

В навчальному курсі «Теорія ядра та ядерних реакцій» викладені основні моделі атомних ядер, їх розпад, механізми перебігу ядерних реакцій та методи обчислення основних спостережуваних характеристик ядерних процесів.

*Структура курсу:* робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на **два змістові модулі**. У першому змістовому модулі вивчається матеріал за темою “Теорія ядра”, у другому – “Ядерні реакції”.

У межах кожного із змістових модулів передбачається проведення контролю з розв'язування задач за темою матеріалу модуля та розробки проблемних тем самостійної роботи студента.

**4. Завдання (навчальні задачі)** – засвоєння студентами основних методів і знань, що використовуються при описі і аналізі структури атомних ядер та ядерних процесів опанування навичками 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 «Природничі науки», 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.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК13. Здатність спілкуватися іноземною мовою

Фахові:

ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

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

ФК8. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

ФК11. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

### 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, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
1.1	<i>основні моделі опису структури атомних ядер;</i>			
1.2	<i>загальні властивості одночастинкових та колективних станів в ядер.</i>			
1.3	<i>загальні властивості нуклон-нуклонних ядерних сил та основи їх опису;</i>			
1.4	<i>характеристики радіоактивних перетворення атомних ядер та моделі їх опису;</i>			
1.5	<i>особливості електромагнітних переходів в ядра;</i>			
1.6	<i>роль оболонкових ефектів та їх вплив на характеристики структури та поділ ядра;</i>			
1.7	<i>загальну класифікацію ядерних реакцій; уявлення про кінематику ядерних реакцій та вплив законів збереження;</i>			
1.8	<i>основні механізми перебігу ядерних реакцій (прямі, передрівноважні, компаунд-ядерні) та методи їх опису;</i>			
1.9	<i>зв'язок між теоретичними моделями будови ядер та механізмами ядерних реакцій.</i>			
2.	<i>Вміти:</i>	<i>Лекція, самостійна робота</i>	<i>Тести, опитування, модульна контрольна</i>	50
2.1	<i>логічно і послідовно формулювати основні поняття теорії ядра та ядерних реакцій;</i>			
2.2	<i>виконувати розрахунки найбільш поширених фізичних величин, що використовуються при описі структури ядер, їх розпаду та дослідженнях ядерних реакцій (пороги ядерних реакцій, кінематику ядерних реакцій, перерізи реакцій тощо);</i>			

2.3	самостійно опанувати та використовувати літературу з теорії ядра та ядерних реакцій.			
-----	--	--	--	--

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

Результати навчання дисципліни	1.	2.
<b>Програмні результати навчання</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	+	+
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.	+	+
ПРН26. Мати базові навички самостійної оцінки рівня освітніх програм з фізики та астрономії у глобальному освітньому просторі для вибору цілеспрямованих візитів по програмі академічної мобільності.	+	+

## 8. Схема формування оцінки.

Робота з вивчення програмного матеріалу поділяється на два змістові модулі. У першому змістовному модулі вивчається матеріал за темою "Теорія ядра", а у другому – "Ядерні реакції". У межах кожного із змістовних модулів передбачається виконання студентами самостійних роботи за темою матеріалу модуля. Загальна оцінка формується з оцінювання домашніх самостійних завдань; тестів та контрольних робіт.

### 8.1. Форми оцінювання студентів.

Підсумковий контроль знань студента з навчальної дисципліни "Теорія ядра та ядерних реакцій" проводиться у формі іспиту з використанням модульно-рейтингової системи оцінювання.

### 8.2. Організація оцінювання:

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

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, 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 студента з навчальної дисципліни "Теорія ядра та ядерні реакції" 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 без поважних причин 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 самостійних практичних завдань з курсу та позитивна оцінка за кожною з модульних контрольних робіт. У відсутність студента на модульній контрольній роботі з поважних причин 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 САМОСТІЙНИХ РОБІТ**

**Змістовий модуль 1. “Теорія ядра”**

№ лекції	Назва лекції	Кількість годин	
		лекції	самост. робота
1	Макроскопічні характеристики атомних ядер.	3	4
2	Опис та фізичне тлумачення нуклон-нуклонної взаємодії. Сили Скірма.	4	6
3	Властивості малонуклонних систем.	3	5
4	Феноменологічні моделі структури атомних ядер.	4	6
5	Формування самоузгодженого середнього поля атомного ядра. Оболонкова модель ядра.	4	6
6	Коллективні стани ядер та їх опис.	4	8
7	Мікроскопічні методи теорії ядра. Метод Хартрі-Фока-Боголюбова.	4	6
8	Методи обчислень характеристик $\alpha$ - $\beta$ - $\gamma$ - розпадів атомних ядер.	4	6
9	Поділ атомних ядер та метод Струтинського для обчислення внеску оболонкових ефектів в бар'єри поділу	4	8
	Модульна контрольна робота		2

**Змістовий модуль 2. “Ядерні реакції”**

№	НАЗВА	Кількість годин	
		Лекції	самостійна робота
10	Основні властивості атомних ядер та нуклон-нуклонної взаємодії	2	4
11	Визначення та класифікація ядерних реакцій.	2	2
12	Закони збереження в ядерних реакціях.	2	4
13	Кінематика бінарних ядерних реакцій.	4	4
14	Спостережні характеристики ядерних реакцій.	2	4
15	Порівняння стаціонарного та залежного від часу описів взаємодії частинок	4	4
16	Амплітуда розсіяння.	2	2
17	Перерізи непружних процесів.	2	6
18	Оптична модель опису зіткнення частинок з ядрами.	2	6

19	Нерезонансна та резонансна теорії ядерних реакцій.	4	6
20	Реакції з утворенням складеного ядра.	2	6
21	Основні механізми перебігу ядерних реакцій.	4	6
22	Ядерні реакції з великим виходом енергій.	4	6
23	Основні ядерні процеси розпаду збуджених станів ядер, що утворюються в ядерних реакціях.	2	6
24	Сучасні тенденції в фізиці ядерних реакцій.	2	4
Модульна контрольна робота 2			2
Загальний обсяг за змістовими модулями 1 та 2		<b>74</b>	<b>135</b>

Загальний обсяг год. - **210**, в тому числі:  
 лекцій – **74**;  
 консультації-**1**;  
 самостійна робота - **135 год.**

-

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Каденко І.М., Плюйко В. А. Фізика атомного ядра та частинок. – К.: ВПЦ Київ. ун-т, 2019.
2. Денисов В.Ю., Плюйко В. А. Проблемы физики атомного ядра и ядерных реакций. – Киев: ВПЦ Київ. унів., 2013.
3. Плюйко В. А., Солодовник К.М. Збірник задач з ядерної фізики з розв'язками. 2020.-108 с. <http://atom.univ.kiev.ua/2016/library/library.html>
4. Ахієзер О. І., Бережної Ю. А. Теорія ядра. – К.: Вища шк., 1995.
5. Ахієзер О.І., Бережної Ю.А., Теорія ядерних реакцій. Основа, 2001.
6. Айзенберг И., Грайнер В. Модели ядер. Коллективные и одночастичные явления. – М.: Атомиздат, 1975;. Механизмы возбуждения ядра. Электромагнитное и слабое взаимодействие. – М., Атомиздат, 1973; Микроскопическая теория ядра. – М.: Атомиздат, 1976.
7. Бор О., Моттelson Б. Структура атомного ядра. – М.: Мир, Т.1 1971; Т.2, 1977.
8. Немец О.Ф., Теренецкий К.О. Ядерные реакции. Вища школа. 1977.
9. Ситенко О. Г., Тартаковский В. К. Теорія ядра. – К.: Либідь, 2000.
10. Ситенко А.Г. Теория ядерных реакций. Энергоатомиздат, 1983.



*Додаткова:*

1. Булавін Л. А., Тартаковський В. К. Ядерна фізика. – К.: Знання, 2005.
2. Игнатюк А. В. Статистические свойства возбужденных атомных ядер. – М.: Энергоатомиздат, 1983.
3. Ииханов Б. С., Капитонов И. М. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными ядрами. – М.: МГУ, 1979.
3. Давыдов А.С. Теория атомного ядра. – М.: Физматгиз, 1958.
4. Коломиец В. М., Константинов Б. Д., Струтинский В. М., Хворостьянов В.И. К теории оболочечной структуры // ЭЧАЯ.-1972. - Т. 3.- С. 392-435.
5. Плюйко В. А. Основи теорії ядра та ядерних процесів. Фізика атомного ядра. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2002.; Ядерні процеси. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2003.
6. Nilsson S. G., Ragnarsson I. Shapes and shells in nuclear structure. – N.Y.: Cambridge Univ. Press., 1995.
- 7 Ring P., Schuck P. The nuclear many-body problem. – N.Y.: Springer Verlag, 1980.