

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Кафедра експериментальної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика ядра і елементарних частинок  
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)  
галузь знань 10 природничі науки  
(шифр, назва галузі)

спеціальність 104 Фізика та астрономія  
(шифр, назва спеціальності)

освітня програма «Астрономія»  
спеціалізація \_\_\_\_\_  
(шифр, назва)

Вид дисципліни обов'язкова  
факультет фізичний

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

«31» 08 2021 року, протокол № 7.

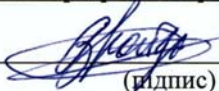
РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Сторенков Володимир Дмитрович, доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри експериментальної фізики.

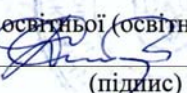
Програму схвалено на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол від «22» 06 2021 року № 5.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

  
\_\_\_\_\_ Володимир ПОЙДА  
(підпис) (прізвище та ім'я)

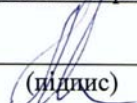
Програму погоджено з гарантом освітньої (освітньо-професійної) програми (керівником проєктної групи) «Фізика».  
(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (освітньо-професійної) програми (керівник проєктної групи)  
  
\_\_\_\_\_ Дмитро СТАНКЕВИЧ  
(підпис) (прізвище та ім'я)

Програму погоджено методичною комісією фізичного факультету.

Протокол від «31» 08 2021 року № 1.

Голова методичної комісії фізичного факультету

  
\_\_\_\_\_ Микола МАКАРОВСЬКИЙ  
(підпис) (прізвище та ім'я)

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізика ядра і елементарних частинок» укладена відповідно до освітньо-професійної програми «Астрономія» підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (назва рівня вищої освіти, освітньо-кваліфікаційного рівня) спеціальності 104 Фізика та астрономія.

### 1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою вивчення навчальної дисципліни «Фізика ядра і елементарних частинок» є надання студентам базових знань щодо фізичних основ фізики ядра, а також ознайомлення їх з основними положеннями квантово-механічного опису для того, щоб вони знали і розуміли теоретичний та експериментальний базис сучасної фізики.

#### 2. Основні завдання вивчення дисципліни

1. Ознайомити студентів з математичним та експериментальним базисом сучасної фізики ядра і елементарних частинок.
2. Сформувані у студентів базові теоретичні знання і фундаментальні фізичні уявлення щодо основних законів та особливостей фізики ядра і елементарних частинок.
3. Ознайомити студентів із основними положеннями фізики ядра і елементарних частинок.
4. Сформувані у студентів ґрунтовні знання щодо основних фізичних моделей фізики ядра, а також щодо меж їх використання. Підготувати їх до сприйняття і розуміння інших розділів загальної та теоретичної фізики, а також різних фахових навчальних дисциплін.

1.3. Кількість кредитів 3.

1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
обов'язкова	
Вид кінцевого контролю: екзамен	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
4-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні заняття	
32 год.	год.
Самостійна робота	
26 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення класичної та релятивістської фізики для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті різноманітних явищ і процесів, які розглядаються і пояснюються у фізиці ядра і елементарних частинок.

2. Знати і розуміти експериментальні основи фізики ядра: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основне експериментальне підґрунтя існуючих фізичних теорій.

3. Знати та розуміти означення таких понять: хвильова функція, спін ядра, будова системи елементарних частинок у межах стандартної моделі, ядерний магнітний резонанс, основне рівняння релятивістської квантової теорії, межі та особливості застосування класичної та квантової фізики ядра та спеціальної теорії відносності.

4. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні закони ядерної фізики у межах оболонкової та краплинної моделей, а також узагальненої моделі, ефект Мессбауера та явище ядерного магнітного резонансу, а також рівняння Дірака.

5. Вміти розв'язувати типові задачі ядерної фізики, користуватись для опису рухів інерціальними та неінерціальними системами відліку. Вміти застосовувати базові математичні знання математичного апарату фізики при розв'язуванні задач ядерної фізики.

6. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію з ядерної фізики в друкованих та електронних літературних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та запам'ятовувати її, вести та самостійно доповнювати конспекти лекцій, опрацьовувати навчальну літературу, здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань з використанням тестів.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Фізика ядра. Частина 1.**

#### **Тема 1. Загальні властивості атомних ядер.**

Вступ. Загальні характеристики ядер.

#### **Тема 2. Моделі ядер.**

Реалізація оболонкової моделі (на ґрунті гармонічного осцилятора).

#### **Тема 3. Структура оптичних спектрів.**

Тонка і надтонка структура оптичних спектрів.

#### **Тема 4. Дейтрон.**

Основні властивості дейтрона. Модель дейтрона Бете та Пайерлса на ґрунті рівняння Шредінгера. Основний стан дейтрона. Відсутність збуджених станів у дейтрона.

#### **Тема 5. Радіоактивний розпад.**

Радіоактивні ряди. Природа альфа-розпаду.

#### **Тема 6. Бета-розпад.**

Гіпотеза нейтрино. Теорія Фермі бета-розпаду.

### **Розділ 1. Фізика ядра. Частина 1.**

#### **Тема 7. Ядерна ізомерія.**

Ядерна ізомерія. Ефект Мессбауера.

### **Розділ 2. Фізика ядра. Частина 2.**

#### **Тема 8. Ядерні реакції.**

Модель складеного ядра.

#### **Тема 9. Поділ ядер.**

Ланцюгова реакція. Ядерний реактор.

#### **Тема 10. Релятивістська квантова теорія.**

Рівняння Дірака. Народження та анігіляція частинок.

#### **Тема 11. Сильна взаємодія.**

Сильна взаємодія. Кварки.

#### **Тема 12. Слабка взаємодія.**

Слабка взаємодія. Лептони.

#### **Тема 13. Великий вибух.**

Великий вибух. Реліктове випромінювання.

#### **Тема 14. Чорнобильська катастрофа.**

Причини і наслідки.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8					
<b>Розділ 1. Фізика ядра. Частина 1.</b>												
Разом за розділом 1	45	16	16	0	0	13						
<b>Розділ 2. Фізика ядра. Частина 2.</b>												
Разом за розділом 2	45	16	16	0	0	13						
<b>Усього годин</b>	90	32	32	0	0	26						
Разом 96												

#### 4. Тематика практичних занять

##### Тематика практичних занять із навчальної дисципліни «Фізика ядра і елементарних частинок»

На практичних заняттях студенти під керівництвом викладача ознайомлюються із основними методами розв'язування типових задач із фізики ядра і елементарних частинок. Задачі, з наведеного нижче списку, розв'язування яких на занятті не розглядалося, або було не повністю завершено, студенти повинні розв'язати самостійно.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рух заряджених частинок у зовнішніх полях 17.16, 17.19, 17.20, 17.21, 17.22а, б, в,	8
2	Основні характеристики ядер 10.3, 10.4, 10.9, 10.13, 10.15, 10.19, 10.22	8
3	Закони радіоактивного розпаду 11.4, 11.6, 11.14, 11.19а,б, 11.25, 11.30, 11.35, 11.41а,б,	8
4	Ефект Мессбауера, лічильники 11.61, 11.73, 11.76	4
5	Взаємодія випромінювання з речовиною, ефект Черенкова 12.1, 12.2, 12.3, 12.8, 12.15, 12.17, 12.21, 12.23, 12.32, 12.34	4
	Разом	32

#### Збірник задач

1. Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.

#### 5. Завдання для самостійної роботи із навчальної дисципліни «Фізика ядра»

- Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу навчальної дисципліни «Фізика ядра» за підручниками та посібниками. Кількість відведених годин 10.
- Самостійне розв'язування задач у ході виконання домашніх завдань при підготовці до практичних занять за задачником та посібниками за такими темами:

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рух заряджених частинок у зовнішніх полях 17.11, 17.14, 17.17, 17.23	2

2	Основні характеристики ядер 10.2, 10.6, 10.11, 10.17, 10.18, 10.23	2
3	Закони радіоактивного розпаду 11.3, 11.7, 11.15, 11.21, 11.28	4
4	Ефект Мессбауера, лічильники 11.62, 11. 71, 11.77	4
5	Взаємодія випромінювання з речовиною, ефект Черенкова 12.5, 12.11, 12.19, 12.28	4
	Разом	16

Загальна кількість годин, відведених на самостійну роботу студентів 26.

#### Збірник задач

1. Иродов И.Е.. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.

### 5. Методи контролю

Поточний контроль, проміжний контроль (контрольна робота) та семестровий підсумковий контроль: екзамен.

### 6. Схема нарахування балів

Поточний контроль, проміжний контроль (1 контрольна робота), семестровий підсумковий контроль					Сума
Розділ 1	Розділ 2	самостійна робота	Індивідуальне завдання	Екзамен	
T1÷T7	T7÷T14				
30	30			40	100.

T1, T2... – теми розділів.

### 7. Критерії оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань (розділ «Фізика ядра та елементарних частинок»)

Навчальні досягнення студентів з навчальної дисципліни «Фізика ядра та елементарних частинок» оцінюються в балах, загальна сума яких становить 100. Вона складається із 60 балів, які студент може отримати протягом семестру в результаті проходження проміжного контролю шляхом виконання 1 письмової контрольної роботи та 40 балів, які студент може отримати в результаті проходження підсумкового контролю у вигляді письмового екзамену.

Письмова контрольна робота складається із 2 тестів відкритого типу, правильне виконання кожного з яких оцінюється у 6 балів та двох фізичних задач, правильне виконання одної з яких оцінюється у 6 балів, а другої – у 12 балів.

Письмовий екзамен складається із тестів відкритого типу, правильне виконання кожного з яких оцінюється у 12 балів та двох фізичних задач, правильне виконання одної з яких оцінюється у 12 балів, а другої – у 24 бали.

#### Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	

50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

### **8. Рекомендована література** **Базова література**

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: Основа, 1991. – 480 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, часть 2, Ядерная физика. – М.: Наука, 1989. – 426 с.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980. – 728 с.
4. Ахієзер О.І., Бережний Ю.А. Теорія ядра. – Київ: Вища школа, 1995. – 256 с.
5. Бете Г., Моррисон Ф.. Элементарная теория ядра. – Издательство иностранной литературы, М., 1958. – 356 с.
6. Орир Дж. Физика, т.2. – М.: Мир, 1981. – 622 с.
7. Ахиезер А.І., Рекало М.П. Элементарные частицы. – М.: Наука, 1986. – 256 с.
8. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. – 8-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т.5 Атомная и ядерная физика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 784 с.

### **Допоміжна**

1. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. – Львів:Афіша, 2009. – 385 с.
2. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. Частицы и атомные ядра: Учебник. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Издательство ЛКИ, 2007. – 584 с.

### **9. Інформаційні ресурси в Інтернеті, інше методичне забезпечення**

Навчальні матеріали кафедри експериментальної фізики

[https://kef.univer.kharkov.ua/navch\\_materialy.html](https://kef.univer.kharkov.ua/navch_materialy.html)

Відеозаписи лекційних демонстрацій

**Ядерна фізика**

[https://www.youtube.com/user/NRNUMEPHI/playlists?flow=grid&view=50&shelf\\_id=11](https://www.youtube.com/user/NRNUMEPHI/playlists?flow=grid&view=50&shelf_id=11)