

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Факультет ФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Кафедра ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

“ _____ ” _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКА ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 10 «ПРИРОДНИЧІ НАУКИ»

(шифр і назва напрямку підготовки)

спеціальність 104 «ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ»

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____

(назва спеціалізації)

факультет/центр ФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

(назва факультету/центру)

Дніпро – 2017 рік

Робоча програма «ФІЗИКА ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК» для
(назва навчальної дисципліни)
 студентів з галузі знань 10 «ПРИРОДНИЧІ НАУКИ»
 за спеціальністю 104 «ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ»
 „31” серпня, 2017 року- 15 с.

Розробник: Турінов Андрій Миколайович, доцент кафедри теоретичної фізики,
 кандидат фізико-математичних наук.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри _____ теоретичної фізики
 Протокол від “31” травня 2017 року № 70

Завідувач кафедри теоретичної фізики

_____ (Скалозуб В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“31” травня 2017 року

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю підготовки:

_____ 104 «Фізика і астрономія»
(шифр, назва)

Протокол від “06” червня 2017 року № 4

Голова _____ (Скалозуб В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“06” червня 2017 року

Схвалено Вченою радою факультету фізики, електроніки та комп’ютерних
 систем _____

(шифр, назва)

Протокол від “15” червня 2017 року № 77

Голова _____ (Коваленко О.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)
“15” червня 2017 року

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)	Нормативна	
	Напрямок підготовки <u>104 «Фізика та астрономія»</u> (шифр і назва)		
Модулів – 1	Спеціальність (професійне спрямування): _____	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 3		3-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 150.		5-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3. самостійної роботи студента – 5.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		34 год.	
		Практичні, семінарські	
		18 год.	
		Лабораторні	
		16 год.	
		Самостійна робота	
		82 год.	
		У тому числі індивідуальні завдання: кпр	
		Вид контролю: екзамен.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

"Фізика ядра та елементарних частинок" є останнім розділом загального курсу фізики, тому при її вивченні широко застосовуються відомості з інших розділів загальної фізики та деякі відомості з теоретичної механіки, електродинаміки, квантової механіки (квантово-механічний опис ядерних станів, парність хвильової функції та інше)

Мета дисципліни — на основі вивчення теоретичного матеріалу, виконання практичних завдань, виконання лабораторних робіт сформувати у студентів уявлення про будову ядра, про елементарні частинки та їх класифікацію, кваркову модель адронів, ознайомити з основними методами спостережень, вимірювання та експериментування в ядерній фізиці, навчити проводити розрахунки основних характеристик ядер, оцінювати порядки енергій та відстаней і співставляти їх з порядками відповідних величин атомної фізики, розвинути глибокий інтерес до вивчення фізики ядра і елементарних частинок.

Основними завданнями вивчення дисципліни "Фізика ядра та елементарних частинок" є формування у студентів навичок, знань та умінь розгляду і аналізу процесів з участю ядер і елементарних частинок, оволодіння методами спостереження, вимірювання та експериментування в ядерній фізиці, оволодіння методами правильного формулювання і розв'язування фізичних задач, уміння оцінювати порядки фізичних величин.

У результаті вивчення дисципліни фахівець повинен **знати**:

- Основні характеристики стабільних ядер.
- Відомі типи радіоактивності ядер.
- Шляхи утворення штучно радіоактивних ядер.
- Як підрахувати енергію зв'язку ядра, питому енергію зв'язку $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{A}$.
- Як залежить ε від A і Z .
- Методи визначення радіуса та спіну ядра.
- Основні закономірності α , β і γ -розпадів.
- Класи елементарних частинок та їх характеристики.

- Кваркову структуру адронів.
- Основи дозиметрії. Вплив α , β і γ -випромінювань на організм людини.

Підготовлений фахівець повинен **вміти** вирішувати наступні задачі:

- Підраховувати енергії зв'язку конкретних ядер.
- Розрахувати енергію ядерної реакції.
- Визначати умови, за яких ядра нестабільні відносно α, β - розпадів, поділу і синтезу.
- Проводити класифікацію ядер і адронів за ізоспіном.
- Проводити аналіз умов, при яких утворюється вікова рівновага.
- Пояснювати особливості застосування законів збереження і їх зв'язок з симетріями.
- На основі законів збереження обґрунтувати можливість протікання реакцій за участю ядер і елементарних частинок.
- Розрізняти класи елементарних частинок, пояснювати кваркову структуру адронів.

Під час засвоєння курсу студенти повинні проявляти ініціативу в оволодінні програмним матеріалом, брати участь в обговоренні поставлених запитань, готувати власні повідомлення, активно користуватися Інтернет-ресурсами.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Характеристики атомного ядра.

Тема 1. Розвиток уявлень про елементарні частинки. Від атомів Демокрита, моделі атома Томсона, дослідів Резерфорда, до відкриття протона та нейтрона і сучасних уявлень про будову ядра. Електрон та кварки як елементарні частинки.

Тема 2. Маса та енергія зв'язку ядра. Вимірювання маси атомів (мас-спектрометрія). Ізотопи. Енергетичний баланс реакцій та необхідність введення енергії зв'язку ядра. Види енергії зв'язку (відносно реакцій поділу, α , β –розпадів і т.п.).

Тема 3. Краплинна модель ядра. Одночастинкові та колективні моделі ядра. Краплинна модель. Формула Вейцекера для енергії зв'язку і дослідження ядер на β –стабільність.

Тема 4. Радіус ядра. Методи визначення радіусу ядра: за сталою α –розпаду, розсіяння нейтронів, розсіяння швидких електронів, рентгенівське випромінювання μ -атомів.

Тема 5. Спін і магнітний момент ядра і нуклонів. Дослід Штерна-Гелаха. Квантування кутового моменту та поняття про спін. Методи визначення спіну і магнітного моменту. Надтонке розщеплення.

Тема 6. Парність. Закон збереження парності. Парність хвильової функції. Збереження парності за сильної та електромагнітної взаємодії. Дослід Ву.

Тема 7. Квадрупольний момент ядра. Рівність нулю дипольного моменту. Квадрупольний момент та відхилення форми ядра від сферичної.

Змістовий модуль 2. Розпади і випромінювання.

Тема 1. Радіоактивність. Основні джерела природної радіоактивності Радіоактивні ряди.. Штучна радіоактивність.

Тема 2. Закони радіоактивного розпаду. Основний закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність. Теорія послідовних перетворень. Вікове рівняння.

Тема 3. Закономірності альфа -розпаду. Тунельний механізм α -розпаду. Роль відцентрового бар'єру.

Тема 4. Закономірності бета -розпаду. Три типи β -розпаду. Аналіз співвідношень між енергіями зв'язку відносно реакцій.

Тема 5. Нейтрино. Експериментальні докази існування нейтрино. Реєстрація нейтрино.

Тема 6. Гамма-випромінювання ядер. Гамма-випромінювання ядер. Ядерна ізомерія. Природа ефекта Мессбауера і його застосування.

Змістовий модуль 3. Елементарні частинки в сучасному світі.

Тема 1. Ізотопічний спін. Гіпотеза зарядової незалежності сильної взаємодії. Ізотопічний спін нуклонів та ядра. Дзеркальні ядра, ізомультіплети.

Тема 2. Класифікація елементарних частинок. Класифікація типів взаємодії та частинки їх переносники. Адрони та лептони. Закони збереження баріонного та лептонних чисел. Дивні частинки. Класифікація адронів за ізотопічним спіном та дивністю.

Тема 3. Кваркова модель адронів. Квантові числа кварків і антикварків. Кварковий склад мезонів та баріонів.

Тема 1. Ізотопічний спі́н.	8	2	2			4
Тема 2. Класифікація елементарних частинок.	14	4	2		2	6
Тема 3. Кваркова модель адронів.	10	2	2			6
Разом за змістовим модулем 3	32	8	6	0	2	16
Усього годин	150	34	18	16	2	80

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	немає	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
модуль 1, зміст. модуль 1, Тема 1	Масштаби фізичних величин в ядерній фізиці. Релятивістські й квантові властивості частинок – обчислення довжини дебройлівської хвилі.	2
модуль 1, зміст. модуль 1, Тема 2	Енергія зв'язку ядер. Обчислення енергії зв'язку ядра відносно всіх нуклонів, питомої енергії зв'язку, енергії зв'язку відносно реакцій.	3
модуль 1, зміст. модуль 1, Тема 5	Надтонке розщеплення. Додавання спіну ядра і моменту електронної оболонки. Підрахунок кількості ліній надтонкого розщеплення.	2
модуль 1, зміст. модуль 2, Тема 2	Закони радіоактивного розпаду. Підрахунок активності, періоду напіврозпаду. Вікове рівняння. Задачі датування джерел.	3
модуль 1, зміст. модуль 2, Тема 4	Дослідження ядер на β –стабільність Визначення типу β -розпаду за формулою Вейцекера. Енергії зв'язку відносно реакцій β -розпаду.	2
модуль 1, зміст. модуль 3, Тема 1	Ізотопічний спі́н. Встановлення приналежності ядер до ізомультіплетів. Підрахунок ізотопічного спіну або дивності адронів за формулою Гелл-Манна-Нішиджими.	2
модуль 1, зміст. модуль 3	Реакції з елементарними частинками. З'ясування можливості протікання реакцій на основі законів збереження баріонного та лептонних чисел,	4

Тема 2,3	дивності.	
----------	-----------	--

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
модуль 1, зміст. модуль 1, Тема 1	Детектори ядерних випромінювань 1. Лічильник Гейгера-Мюллера.	3
модуль 1, зміст. модуль 1 Тема 1	Детектори ядерних випромінювань 2. Сцинтиляційний детектор.	2
модуль 1 зміст. модуль 2 Тема 1	Дозиметрія і радіометрія ядерних випромінювань. Визначення активності препарату відомого радіонукліда по потужності експозиційної дози його гамма-випромінювання.	2
модуль 1, зміст. модуль 2 Тема 2	Природна радіоактивність атмосферного повітря. Оцінка періоду напіврозпаду ізотопів підродини радону-222.	2
модуль 1, зміст. модуль 2 Тема 4	Взаємодія бета-випромінювання з речовиною. Вивчення поглинання електронів в алюмінії й оцінка граничної енергії бета-спектра.	2
модуль 1, зміст. модуль 3 Тема 5	Взаємодія гамма-випромінювання з речовиною. Визначення коефіцієнтів ослаблення гамма-випромінювання речовиною й оцінка енергії гамма-квантів.	2
модуль 1, зміст. модуль 2 Тема 6	Статистика ядерних випромінювань. Визначення параметрів статистичного розподілу інтенсивності сигналів детектора в умовах «малої» й «великої» статистики.	2

8. Самостійна робота

№	Вид роботи	Кількість годин
1.	Опрацювання програмного матеріалу, що не викладається на лекціях.	10
2.	Підготовка до практичних занять.	20
2.	Підготовка до лабораторних занять.	10
3.	Підготовка курсової роботи.	0

4.	Підготовка до поточного контролю (КНР).	15
5.	Підготовка до екзамену	27
	Разом:	82

9. Індивідуальні завдання

№ змістового модуля, теми	Вид завдання, тема	Кількість годин
Змістовний модуль № 3	КНР, 7 задач (див. п. 11.1.2 даної програми)	2

10. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні, наочні, практичні методи передачі та сприймання навчальної інформації, пояснювально-ілюстративний, проблемний та дослідницький характер пізнавальної діяльності з метою оволодіння новими знаннями, формування вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань й умінь за допомогою усного викладу знань, закріплення навчального матеріалу, самостійної роботи з осмислення й засвоєння нового матеріалу роботи з можливим застосуванням знань на практиці та вироблення вмінь і навичок.

Найпоширеніші в педагогіці такі класифікації методів навчання:

- за джерелом передачі та сприймання навчальної інформації - словесні, наочні, практичні
- за характером пізнавальної діяльності учнів - пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, проблемне викладання, частково-пошуковий, дослідницький
- залежно від основної дидактичної мети і завдань - методи оволодіння новими знаннями, формування вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань, умінь і; методи усного викладу знань, закріплення навчального матеріалу, самостійної роботи учнів з осмислення й засвоєння нового матеріалу роботи із застосування знань на практиці та вироблення вмінь і навичок, перевірки та оцінювання знань, умінь і навичок;

- класифікація з точки зору цілісного підходу до діяльності у процесі навчання - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності; стимулювання й мотивація учіння, контролю, самоконтролю, взаємоконтролю і корекції, самокорекції, взаємокорекції в навчанні.

11. Методи контролю

У семестрі відбувається контроль з боку викладача та самоконтроль за такими формами контролю: поточний контроль, контроль за змістовними модулями, іспит.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається з 3 модулів в одному семестрі.

До критеріїв оцінювання знань включені такі: своєчасність виконання завдань, самостійність, оригінальність мислення, відповідальність, уміння обстоювати свою думку, глибина засвоєння теоретичних знань (це перевіряється тестуванням), уміння структуровано викладати матеріал, використовувати наочність.

ОРІЄНТОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬСЯ ЯК ПИТАННЯ ПОТОЧНОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

11.1.1. Питання поточного контролю

Додаток А1.

11.2.1. Питання семестрового контролю (екзамен). *Теоретичні питання*

Додаток А2.

11.2.2. Питання семестрового контролю (екзамен). *Практичні завдання*

Додаток А3.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Змістовий модуль №1	Змістовий модуль № 2	Змістовий модуль №3	Екзамен	Сума
15	15	30	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
64-74	D	задовільно	
60-63	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	F*	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

13. Методичне забезпечення

- И.Е.Иродов. Задачи по квантовой физике, М: Высшая школа, 1991.
- Сборник задач по общему курсу физики (атомная физика, физика ядра и элементарных частиц) под ред. Сивухина М., 1981

14. Рекомендована література

Базова

1. І.М.Кучерук, І.Т.Горбачук. Загальний курс фізики, т.3, Київ: "Техніка", 1999.
2. К.Н.Мухин. Экспериментальная ядерная физика. т.1.-М: 1983. Энергоатомиздат.
3. К.Н.Мухин. Экспериментальная ядерная физика. т.2.-М: 1983. Энергоатомиздат.
4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3 т. / Изд. 6-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2008.
5. Перкинс Д.. Введение в физику высоких энергий. М.: Энергоатомиздат, 1991.
6. Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2010.
7. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 3: Квантовая оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – СПб.: Лань, 2007.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб. Пособие для вузов. Т. 5. Атомная и ядерная физики. 3-е изд., стер. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. 784 с.
9. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. - 4-е изд., - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 512 с.
10. Пономарев Л.И. Под знаком кванта. 3-е изд., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 416с.

Допоміжна

1. Ю.М.Широков, И.П.Юдин. Ядерная физика.-М.: Наука, 1980
2. И.Е.Иродов. Сборник задач по атомной и ядерной физике. М, 1963
3. Иродов И. Е. Задачи по квантовой физике. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
4. Пономарев Л.И. Под знаком кванта. 3-е изд., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 416с.
5. А.К.Вальтер, И.И.Залюбовский. Ядерная физика. Харьков, 1978
6. Сборник задач по общему курсу физики (атомная физика, физика ядра и элементарных частиц) под ред. Сивухина М., 1981
7. Акоста В., Кован К., Грэм Б. Основы современной физики / под ред. А. Н. Матвеева. М.: Просвещение, 1981. 495 с.: ил.
8. Зисман Г. А., Тодес О. М. Курс общей физики. Т. III. Оптика, физика атомов и молекул, физика атомного ядра и микрочастиц. Издание четвертое, стереотипное. М.: Наука, 496 с.: ил. 2011.
9. Вихман Э. Квантовая физика. Изд. 2-е, стереотип.; пер. с англ. М.: Наука, 1977. 416 с.: ил. Том IV; Пер. с англ./ (Берклеевский курс физики).
10. Борн М. Атомная физика / пер. с англ. О. И. Завьялова и В. П. Павлова; под ред. Б. В. Медведева. М.: Мир, 1965.
11. Борн М. Атомная физика / пер. с англ. О. И. Завьялова и В. П. Павлова; под ред. Б. В. Медведева. М.: Мир, 1965.
12. Калашников Н.П. Основы физики: Учеб. Для вузов: В 2 т. / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. 2-е изд., перераб. М.: Дрофа, 2004.

15. Інформаційні ресурси

- <http://pdg.lbl.gov/> (база експериментальних даних Particle Data Group)
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/problems/> (електронний підручник: Н.Г.Гончарова, Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Э.И.Кэбин, М.Е.Степанов, Физика ядра и частиц. Задачи с решениями)

16. Структура рейтингової системи оцінювання

Дніпропетровський національний університет ім. Олеса Гончара

Кафедра ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

Дисципліна ФІЗИКА ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Академічні групи КФ-15-1

Навчальний рік 2017/2018

семестр 5

Елементи контролю за 1-м змістовним модулем

- Самостійна робота № 1. 3 типи задач по 3 бали кожна. Завдання контрольної роботи в кількості 18. Загальна кількість балів – 9.
- Лабораторні роботи в кількості 2 шт. по 3 бали кожна. Загальна кількість балів – 6.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, термін склад.
1	Самостійна робота № 1. 3 задачі (див. п. 11.1.1 даної програми)	9, 4 тижд.
	2 лабораторні роботи (додаються)	6, Впродовж перших 4 тижнів семестру.

Термін перескладання 1-го модуля - 5 тиждень.

Елементи контролю за 2-м змістовним модулем

- Самостійна робота № 2. 3 типи задач по 3 бали кожна. Завдання контрольної роботи в кількості 18. Загальна кількість балів – 9.
- Лабораторні роботи в кількості 2 шт. по 3 бали кожна. Загальна кількість балів – 6.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, термін склад.
2	Самостійна робота № 2. 3 задач (див. п. 11.1.1 даної програми)	9, 8 тижд.
	2 лабораторні роботи (додаються)	6, впродовж 5-8 тижнів семестру.

Термін перескладання 2-го модуля - 10 тиждень.

Елементи контролю за 3-м змістовним модулем

- КНР 1. 7 типів задач по 3 балів кожна. Завдання контрольної роботи в кількості 18. Загальна кількість балів – 21.
- Лабораторні роботи в кількості 3 шт по 3 бали кожна. Загальна кількість балів – 9.

№ зміс мод	Зміст завдання	Кількість балів, тер- мін склад.
3	КНР 1. 7 задач (див. п. 11.1.2 даної програми)	21, 17 тижд.
	3 лабораторних роботи (додаються)	9, впродовж 9-17 тижнів семестру.

Термін перескладання 3-го змістовного модуля - 18 тиждень.

Елементи семестрового контролю (екзамен)

Загальна кількість теоретичних питань – 24 (п. 11.2.1 програми). Загальна кількість практичних питань – 13 (п. 11.2.2 програми). Загальна кількість екзаменаційних білетів – 24. Загальна кількість балів – 40:

2 теоретичних питання
2 задачі з КНР 1

по 5 за кожне.
по 15 балів

Викладач-екзаменатор

доц. А. М. Турінов

Викладач, який проводить практичні заняття

доц. А. М. Турінов

Викладач, який проводить лабораторні заняття

доц. А. М. Турінов

Затверджено на засіданні кафедри теоретичної фізики,
протокол № 70 від 31.05.2017 р.

Завідувач кафедри теоретичної фізики

проф. В. В. Скалозуб