

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра експериментальної фізики

 “ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор з науково-педагогічної роботи
О.В.Запорожченко
2020 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКА ЯДРА І ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти перший (освітньо-професійний) рівень – бакалавр
Галузь знань 10 – природничі науки

(шифр і назва)

Спеціальність 104 - фізика та астрономія, 105 – прикладна фізика та наноматеріали, 014-середня освіта (фізика)

(шифр і назва)

Освітня програма фізика та астрономія, прикладна фізика та наноматеріали, середня освіта (фізика)

Вид дисципліни обов'язкова

Факультет математики, фізики, та інформаційних технологій

(назва факультету)

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

доктор фізико-математичних наук, професор Ніцук Ю.А.,

Програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики Протокол № 1 від “31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри



(підпис)

Сминтина В.А.

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від “ 3 ” вересня _____ 2020 року

Голова НМК



(підпис)

Ніцук Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій
«3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:
доктор фізико-математичних наук, професор Ніцук Ю.А.

Програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики Протокол № 1 від
“31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри _____
(підпис)

Сминтина В.А.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від “ 3 ” вересня _____ 2020 року

Голова НМК _____
(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Фізика ядра і елементарних частинок» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 104 – «Фізика та астрономія», 105- «Прикладна фізика та наноматеріали», «014- Середня освіта (фізика)».

Освітньо-професійна програма: «Фізика та астрономія». «Прикладна фізика та наноматеріали», Середня освіта (фізика).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є: підготовка фахівців, здатних розв'язувати спеціалізовані складні задачі і практичні проблеми, пов'язані з дослідженням фізичних об'єктів і систем, процесів і явищ та їх технічними застосуваннями, підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що характеризуються комплексністю і невизначеністю умов та передбачають застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

формування у студентів матеріалістичного світогляду, вміння використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи, та формування наступних компетентностей

Інтегральна компетентність - здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми прикладної фізики та наноматеріалів, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності:

ЗК1- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 2 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, ЗК 7 -Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, ЗК-9 - Здатність працювати автономно,

Спеціальні (фахові) компетентності:

- Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності

1.3. Кількість кредитів 8

1.4. Загальна кількість годин 240

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
<u>Обов'язкова/за вибором</u>
Денна форма навчання
Рік підготовки
3-й, 6 семестр
Лекції
36 год.
Практичні/семінарські
Лабораторні
60 год.
Самостійна робота
60 год.
У тому числі індивідуальні завдання
-

1.6. Заплановані результати навчання:

Згідно з освітньо-професійною програмою «Фізика та астрономія»

спеціальності 104 – «Фізика та астрономія» студенти можуть досягти наступних результатів навчання:

– 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 фізичних явищ і процесів для розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

– Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій;

- 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.

- Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

- Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.

- Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.

Згідно з освітньо-професійною програмою «Прикладна фізика та наноматеріали»

- Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв’язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики,

- Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

3 рік, 6 семестр

Розділ 1. Властивості атомних ядер та радіоактивність

Тема 1. Вступ. Будова атомного ядра. Основні етапи розвитку фізики ядра та елементарних частинок. Масштаби явищ мікросвіту. Ядро як система взаємодіючих протонів та нейтронів. Заряд ядра. Масове число і маса ядра. Ядерна одиниця маси. Ізотопи, ізобари.

Тема 2. Енергія зв’язку ядра. Ядерні моделі. Енергія зв’язку ядра. Півемпірична формула Вайцзеккера для енергії зв’язку ядра. Магічні числа. Краплинна і оболонкова моделі ядра.

Тема 3. Основні властивості атомного ядра. Спін та магнітний момент ядра. Ядерний магнетон. Квадрупольний електричний момент ядра. Визначення спіну ядра методом ядерного магнітного резонансу.

Тема 4. Закони радіоактивного розпаду. Статистичний характер розпаду. Закони радіоактивного розпаду.

Тема 5. Альфа-розпад. Експериментальні особливості альфа-розпаду. Тонка структура альфа-спектру. Залежність періоду піврозпаду від енергії альфа-частинок. Механізм альфа-розпаду. Тунельний ефект.

Тема 6. Бета-розпад. Експериментальні особливості альфа-розпаду. Верхня границя β -спектру. Досліди Рейнеса і Коуена по виявленню нейтрино.

Тема 7. γ -випромінювання. Внутрішня конверсія електронів. Ефект Мьоссбауера.

Тема 8. Джерела та методи реєстрації заряджених частинок і γ -квантів з речовиною. Принцип дії та будова лінійних та резонансних прискорювачів. Реєстрація заряджених частинок за допомогою реєстраторів треків. Лічильники частинок.

Розділ 2. Ядерні реакції. Фізика елементарних частинок.

Тема 1. Ядерні реакції. Переріз ядерної реакції. Канали реакцій. Закони зберігання у ядерних реакціях. Механізми ядерних реакцій. Модель складеного ядра. Реакції прямої дії.

Тема 2. Взаємодія заряджених частинок і γ -квантів з речовиною. Взаємодія α - і β - частинок з речовиною. Взаємодія γ -квантів з речовиною.

Тема 3. Поділ ядер. Експериментальні дані про поділ. Елементарна теорія поділу. Параметр поділу. Спонтанний поділ. Поділ ізотопів урану під дією нейтронів. Ланцюгова ядерна реакція, коефіцієнт розмноження нейтронів, критична маса. Ядерні реактори та ядерна енергетика. Принципова схема ядерного реактора. Уранова бомба.

Тема 4. Синтез ядер. Синтез легких ядер. Ядерні реакції у зірках. Цикл Бете. Вуглецево-азотний цикл. Проблема керованого термоядерного синтезу, критерій Лоусона. Метод магнітного утримання плазми, магнітні пастки. Токамак. Інерційне утримання плазми, проблеми і перспективи.

Тема 5. Лептони і адрони. Поняття елементарної частинки. Лептони і адрони. Дивні частинки, асоціативне народження дивних частинок. Дивність як квантове число. Поняття про ізотопічний мультиплет. Формула Гел-Манна.

Тема 6. Кваркова будова адронів. Кварки. Кваркова модель адронів. Нова квантова характеристика кварків і глюонів – колір. Асимптотична свобода і конфайнмент.

Тема 7. Взаємодія між елементарними частинками. Види взаємодії. Слабка взаємодія, універсальність слабкої взаємодії. Носії слабкої взаємодії – W^+ , W^- і Z^0 – бозони. Парність, не зберігання парності у слабкій взаємодії. Дискретні симетрії C,P,T і теорема СРТ. Проблема побудови єдиної теорії електромагнітних та слабких взаємодій.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лек.	Пр.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Властивості атомних ядер та радіоактивність						
Тема 1. Вступ. Будова атомного ядра	10	2				8
Тема 2. Енергія зв'язку ядра. Ядерні моделі	12	4				8
Тема 3. Основні властивості атомного ядра	14	2		4		8
Тема 4. Закони радіоактивного розпаду	14	2		4		8
Тема 5. Альфа-розпад.	14	2		4		8
Тема 6. Бета-розпад	18	2		4	4	8
Тема 7. Гама-випромінювання	18	2		4	4	8
Тема 8. Джерела та методи реєстрації заряджених частинок	22	2		12		8
Розділ 2. Ядерні реакції. Фізика елементарних частинок						
Тема 1. Ядерні реакції	10	2				8
Тема 2. Взаємодія ядерного	38	2		28		8

випромінювання. з речовиною						
Тема 3. Поділ ядер.	11	3				8
Тема 4. Синтез ядер	11	3				8
Тема 5. Лептони і адрони	22	2		8	4	8
Тема 6. Кваркова будова адронів	14	2			4	8
Тема 7. Взаємодія між елементарними частинками	20	4			8	8
Усього годин	240	36		60	24	120

4. Теми лабораторних робіт

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Визначення енергії α -частинок за допомогою камери Вільсона	4
2.	Визначення пробігу α -частинок в повітрі методом сферичного конденсатора	4
3.	Визначення спіну ядра методом ЯМР	4
4.	Дослідження лічильної характеристики лічильника Гейгера-Мюллера	4
5.	Визначення мертвого часу лічильника Гейгера-Мюллера	4
6.	Визначення ефективності лічильника Гейгера-Мюллера при реєстрації γ -квантів.	4
7.	Визначення атомної гальмівної здатності алюмінію за допомогою люмінесцентного лічильника.	4
8.	Визначення активності β -джерела	4
9.	Визначення верхньої границі β -спектру	4
10.	Визначення коефіцієнтів поглинання γ -променів в залізі та алюмінії.	4
11.	Дозиметрія жорсткого γ -випромінювання.	4
12.	Дослідження радіоактивної забрудненості атмосферного повітря.	4
13.	Дослідження поверхневої забрудненості предметів.	4
14.	Дослідження флуктуацій радіоактивного розпаду.	4
15.	Спектроскопія β -джерела	4

5. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Ядерні моделі.	6
2.	Застосування надтонкої структури для визначення спіну ядра.	6
3.	Застосування ЯМР в біології та медицині.	6
4.	Норми радіаційної безпеки України	6
5.	Біологічна дія радіоактивних випромінювань	6
6.	Джерела радіоактивного забруднення.	6
7.	Застосування ефекту Мессбауера в фізиці і техніці	6
8.	Методи прискорення заряджених частинок	6

9.	Отримання нових трансуранових елементів	6
10.	Причини та наслідки аварії на ЧАЕС	6
11.	Ядерні реакції в зірках	6
12.	Способи нагрівання плазми	6
13.	Проблема керованого термоядерного синтезу	6
14.	Античастинки	6
15.	Дивні частинки	6
16.	Космічні промені. Їх склад	6
17.	Досліди, що підтверджують існування кварків. Асимптотична свобода	6
18.	Вродливі частинки. Зачаровані частинки	6
19.	Кварк-глюонна плазма	6
20.	Взаємодія між елементарними частинками. Носії взаємодії.	6

6. Індивідуальні завдання

1. Досліди Рейнеса і Коуена з виявлення нейтрино.
2. Застосування ефекту Мессбауера при дослідженнях фазових переходів другого роду.
3. Будова та принцип дії реактора на швидких нейтронах.
4. Дослідження первинних та вторинних космічних променів.
5. Визначення природи носіїв взаємодії між елементарними частинками
6. Досліди Ву з виявлення незберігання парності в слабких взаємодіях.

7. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: дослідницький метод.

8. Методи контролю

Для кожної теми формами контролю навчальних здобутків студентів можуть бути поточний контроль: конспект з лекцій; оцінка активності роботи на лекціях; аудиторне поточне опитування; домашні завдання. Підсумковий семестровий контроль (іспит). Підсумкові бали для оцінки знань студентів за розділ розраховуються таким чином:

№	Вид роботи	Форма контролю	Число балів
1.	Відвідування лекцій	Конспект	1
3.	Сумма		1

9.
Схема
нараху
вання
балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен	Сума
Розділ 1	Контроль на робота, передба чена	Індиві дуальн і завдан ня	Лабораторн і роботи	Разом		

								навчальним планом						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8							
1	1	1	1	1	1	1	1		2	30	40	60	100	
Розділ 2														
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7								
1	1	1	1	1	1	1	1		3	30	40	60	100	

9. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (залік) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить два теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 30 бальною шкалою. Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 30 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 25 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 26 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 20 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що аспірант отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

10. Рекомендована література Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

- Ніцук Ю.А. Ядерна фізика // О: Астропринт – 2012. – 194с.
- Ракобольская И.В. Ядерная физика // М: Изд. Московского университета. – 1981. – 280 с.

3. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика // Харьков: Вища школа. – 1978. – 424 с.
4. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика // М: Наука. – 1972. – 672 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч. 2. // М: Наука. – 1989. – 416 с.
6. Каденко І.М., Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок //К.:ВПЦ „Київський університет”- 2008. – 414с.
7. Бабинчук В.С., Ницук Ю.А. Введение в физику ядра // Одеса. – 2007. – 36с.
8. Бабинчук В.С., Ницук Ю.А. Детекторы ядерных излучений // Одеса. – 2007. – 60с.
9. Бабинчук В.С., Ницук Ю.А. Взаимодействие ядерных излучений с веществом // Одеса. – 2007. – 48с.

2. Додаткова література

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика // М: Атомиздат. – 1974.
2. Ситенко О.Г., Тартаковський В.К. Теорія ядра // Київ: Либідь. – 2001. -608с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. phys.onu.edu.ua
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/e189.htm>