

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету, інституту)

Кафедра _____ ядерної фізики та високих енергій



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Поділ важких та синтез легких ядер

(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
(за наявності)

«Ядерна енергетика»

(назва спеціалізації)

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

8

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання
та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладач: д.ф.-м.н., проф., В.Ю. Денисов

(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)

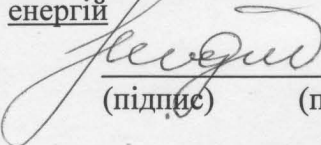
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники: *В.Ю. Денисов* докт. фіз.-мат. наук, професор;

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ядерної фізики та високих енергій

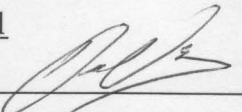
 (Ігор Каденко)
(підпис) (прізвище та ініціали)

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 «Поділ важких та синтез легких ядер» є надання студентам необхідних базисних знань про поділ ядер, методи його опису та різноманітні експериментальні властивості.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування основних курсів фізики: «Квантова механіка», «Ядерна фізика».
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 " Поділ важких та синтез легких ядер " є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр".

Курс «Поділ важких та синтез легких ядер» дозволить значно покращити професійну підготовку студентів кафедри ядерної фізики, що пов'язано з тим, що студенти будуть розумітися в сучасних напрямках, що широко використовуються у ядерної фізиці для опису поділу ядер, основних властивостей ядерного поділу та фрагментів поділу, а також, злиття ядер та різноманітних явищ, які пов'язано з розпадом ядер і колективними процесами у ядрах та ядерних реакціях. Дисципліна " Поділ важких та синтез легких ядер " є базовою для засвоєння фундаментальних знань про реакцію поділу ядер, яка використовується у ядерних реакторах. Курс " Поділ важких та синтез легких ядер " дозволить значно покращити професійну підготовку студентів фізичного факультету, що, в свою чергу, дозволить студентам успішно виконувати роботу на атомних енергетичних установках і приймати участь в подальшій науковій роботі та навчання.

4. Завдання (навчальні цілі) – Сформувати у студентів уявлення про поділ ядер, основні властивості ядерного поділу та фрагментів поділу. Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОНП «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.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

Фахові:

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

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

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			

1.1	Знати основні методи та наближення для опису поділу ядер. Знати основні властивості та характеристики поділу ядер та уламків поділу.	лекція	тест	50
2.1	Вміти оцінювати та розуміти реакції поділу ядер та властивості осколків поділу для реалізації прикладних задач.	Лекція	тест	50

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

Результати навчання дисципліни		1.1	2.1
Програмні результати навчання			
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	+		
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.	+		
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.		+	
ПРН9. 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.	+		
ПРН14. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.		+	
ПРН25. Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітніх траєкторій та професійного розвитку.		+	
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.	+		+
ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.	+		+

8. Схема формування оцінки:

8.1 **Форми оцінювання студентів:** (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Опитування при проведенні лекційних занять (максимум – 50 балів).

2. Контрольна робота (максимум – 50 балів).

- підсумкове оцінювання (у формі заліку, у формі екзамену, у випадку комплексного екзамену)

- Підсумкове оцінювання у формі заліку (підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру. Залік виставляється за результатами роботи студента впродовж усього семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	40	20	60
Максимум	100	40	100

8.2 Організація оцінювання:

Шкала відповідності

Зараховано	60-100
Не зараховано	0-59

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		лекції	Самостійна робота
1	Відкриття індукованого та спонтанного поділу. Енергія зв'язку ядер. Енергетичні умови поділу. Крапельна модель поділу. Залежність поверхневої та кулонівської енергій ядра від деформації ядра. Бар'єр поділу. Одновимірні та багатовимірні потенційні енергії ядер, що діляться. Залежність висоти бар'єру від деформаційного простору.	2	4
2	Наближення середнього поля, потенціал Вудса-Саксона. Теорія оболонкових поправок. Деформація ядер, маси ядер, бар'єри поділу. Бар'єр поділу та оболонкові поправки. Двогорбий бар'єр. Розрахунки часу життя спонтанного поділу у рамках теорії оболонкових поправок. Експериментальні дані часу життя спонтанного поділу ядер.	4	8
3	Сили між нуклонами у ядрах. Сили Скірма, Гоньї. Розрахунки властивостей ядер та поділу за допомогою різноманітних сил у різних наближеннях. Сучасні моделі спонтанного поділу ядер.	2	4
4	Статистична теорія розпаду компаунд ядра. Випаровування нейтронів, протонів, альфа частинок з компаунд ядра та ширини відповідних процесів. Статистичний поділ ядра. Властивості відношення ширин випаровування нейтронів та поділу.	2	4
5	Властивості індукованого поділу ядер. Фотоподіл, поділ індукований нейтронами, протонами, ядрами, мезонами. Реакції злиття-поділу. Двогорбий бар'єр, ізомери поділу та їх властивості. Резонансні структури при поділі ядер.	2	4
6	Розподіл енергії при поділі ядер. Кінетична енергія уламків, деформаційна енергія уламків та число нейтронів, що випромінені уламками, гама-кванти, що випромінені при поділі ядер. Симетричний та асиметричний поділ. Багатомодовий поділ та відповідні потенційні поверхні. Розподіл уламків поділу від числа нуклонів та заряду. Залежність розподілу уламків поділу від числа нуклонів та заряду від енергії збудження ядра. Моделювання розподілу уламків поділу від числа нуклонів та заряду.	2	4
7	Трійний та четверний поділ – поділ, який супроводжується емісією легких ядер. Властивості трійного поділу. Холодний поділ ядер. Властивості поділу відносно легких, важких та надважких ядер. Властивості уламків поділу. Нейтрони, які випромінені при поділі ядер. Запізнений поділ. Запізнені нейтрони. Часове уявлення різноманітних процесів при поділі ядра.	2	4
8	Кутовий розподіл уламків поділу при збудження ядер гама-квантами та різноманітними частинками.	2	4
9	Ланцюгова реакція. Застосування поділу в ядерних реакторах. Атомна бомба.	2	4
10	Розподіл нуклонів у ядрах.	2	4
11	Ядра з октупольною деформацією та ротаційні спектри.	2	4
12	Гігантські мультипольні резонанси у ядрах. Фотоподіл ядер.	2	4
13	Сучасні мікроскопічні моделі для розрахунків ядерно-ядерного потенціалу. Взаємодія ядер та уламків поділу.	2	4
14	Пружне розсіяне ядер та ядерно-ядерний потенціал.	2	4
15	Злиття ядер.	2	4
16	Альфа-розпад: експериментальні дослідження та сучасні наближення для опису. Альфа-ядерний потенціал для	2	4

	опису альфа-розпаду та злиття альфа-частинки з ядром.		
17	Кластерний розпад – новий вид радіоактивності. Кластерний розпад – випадок сильно-асиметричного поділу ядра.	2	4
18	Реакції обміну нуклонами між ядрами. Глибоко-непружні ядерні реакції. Квазіподіл.	2	4
19	Синтез надважких елементів: сучасні експериментальні досягнення та моделі опису структури та синтезу надважких ядер. Поділ надважких ядер.	2	4
	ВСЬОГО	40	80

Примітка: теми, винесені на самостійне вивчення.

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – 40 год.

Семінари – 0 год.

Практичні заняття – 0 год.

Лабораторні заняття - 0 год.

Тренінги - 0 год.

Консультації – 0 год.

Самостійна робота - 80 год.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. К. Н. Мухин. Экспериментальная ядерная физика. Т. II. Физика элементарных частиц. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 376 с.
2. Л. А. Булавін, В. К. Тартаковський. Ядерна фізика. – Київ: Знання, 2005.
3. Б. Ю. Денисов, В. А. Плюйко. Проблемы физики атомного ядра и ядерных реакций. – Киев: ВПЦ Київ. унів., 2013.
4. И. М. Капитонов. Введение в физику ядра и частиц. – Москва: УРСС, 2002.
5. І. М. Каденко, В.А. Плюйко В.А. Фізика атомного ядра та частинок. – Киев: ВПЦ Київ. унів., 2008.
6. Э.Хайд, И.Перлман, Г.Сиборг. Ядерные свойства тяжелых элементов. Вып. "Деление ядер". – Москва: Атомиздат, 1969.
7. Дж. Халперн. Физика деления. –Москва: Физматгиз. 1961
8. Л.Уилетс. Теория ядерного деления. Москва: Атомиздат, 1967.
9. В.В. Варламов, Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, Фотоядерные реакции. Современный статус экспериментальных данных. – Москва: Университетская книга, 2008
10. С.Г. Кадменский, Л.В. Титова, Квантовая теория двойного и тройного деления. – Воронеж, Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2007.
11. В.М.Соколов. Плотность урвненей атомных ядер. – Москва: Атомиздат. 1985.
12. С.М. Поликанов. Изомерия формы атомных ядер. – Москва: Атомиздат, 1977.
13. И.Н. Бекман, Ядерная индустрия. – Москва: МГУ, 2005.
14. Ю. П. Гангрский, Б. Н. Марков, В. П. Перельгин. Регистрация и спектрометрия осколков деления. – Москва, Энергоатомиздат, 1992.

Додаткова:

1. R.Vandenbosh, J.R.Huizenga. Nuclear Fission. – New-York: Academic Press, 1973.
2. Walter D. Loveland, David J. Morrissey, Glenn T. Seaborg, Modern nuclear chemistry. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2006
3. M. A. Hooshyar, I. Reichstein, F. B. Malik, Nuclear Fission and Cluster Radioactivity. – Berlin: Springer-Verlag, 2005