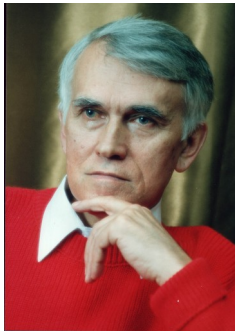


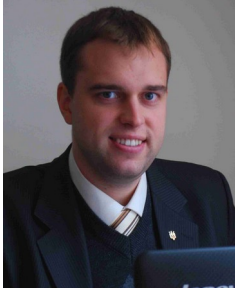
СИЛАБУС
навчальної дисципліни
“ Ядерно-фізичні методи дослідження ”

Галузь знань	10 Природничі науки
Шифр та назва спеціальності	104 Фізика та астрономія
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Статус дисципліни	обов'язкова

Викладач (розробник)



Сторіжко Володимир Юхимович
доктор фіз.-мат. наук
академік НАН України, професор
storizkoiap@gmail.com
Інститут прикладної фізики НАН України,
вул. Петропавлівська, 58, м. Суми



Крамченков Андрій Борисович,
кандидат фізико-математичних наук,
akramchenkov@gmail.com

Загальна інформація про дисципліну

Анотація	У курсі викладені основи ядерно-фізичних методів дослідження, що мають різноманітне застосування, зокрема, в області реакторного матеріалознавства, датування культурної спадщини, медицини.
Мета	<i>Метою та завданням навчального курсу є ознайомлення студентів з основними процесами, що відбуваються при взаємодії прискорених іонів з речовиною. До них відносяться: пружне розсіяння, спричинюване при низьких енергіях кулонівською взаємодією між іоном та ядром мішені; збудження характеристичного рентгенівського випромінювання, що виникає в результаті іонізації та збудження атомів мішені зарядженими частинками; ядерні реакції, обумовлені ядерною взаємодією.</i>
Результати навчання	Внаслідок вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен бути здатним продемонструвати такі Компетентності:

	<ul style="list-style-type: none"> • СК02. Здатність відстежувати тенденції розвитку фізики, її прикладного застосування, критично переосмислювати наявні знання та методи фундаментальних та прикладних наукових досліджень. • СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики. • СК07 Здатність проводити аналіз речовини за допомогою сучасних методів ядерно-фізичного аналізу. • СК10 Здатність застосовувати електростатичні прискорювачі та пучкові технології у вирішенні загально-фізичних та прикладних задач. <p>Результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> • РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань, здійснення розробок та інновацій. • РН06. Планувати і виконувати прикладні та фундаментальні дослідження з фізики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних методів, методик, технологій, інструментів та обладнання, з дотриманням норм академічної етики, критично аналізувати результати наукових досліджень у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми; готувати проєктні пропозиції щодо фінансування наукових досліджень, розробницьких і інноваційних проєктів. • РН13 Мати навички застосування ядерно-фізичних методів дослідження структури і складу матеріалів. • РН14 Застосовувати сучасні методи фізики для дослідження процесів взаємодії іонів, електронів і фотонів з речовиною, в тому числі з біооб'єктами та полями. • РН15 Мати навички застосування електростатичних прискорювачів та пучкових технологій для вирішення загально-фізичних та прикладних задач.
Обсяг дисципліни	<p>Кількість кредитів – 4 Загальна кількість годин — 120 год.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Лекції — 32 год; ○ Практичні — 14 год; ○ Лабораторні — 4 год; ○ Самостійна робота — 70 год. ○ Консультації — 4 год.
Методи навчання	<ul style="list-style-type: none"> • МН1. Лекційне навчання. • МН2. Ресурсно-орієнтоване навчання (RBL). • МН4. Самостійне навчання.

Методи сумативного оцінювання	<ul style="list-style-type: none"> • МСО1. Виконання завдань на практичних заняттях. • МСО2. Виконання завдань на лабораторних заняттях. • МСО3. Іспит (комплексне завдання). 	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Опис навчальної дисципліни		
Лекційні заняття		
№ з/п	Назви тем	К-сть годин
	I. Атомні зіткнення та спектрометрія зворотнього розсіяння (RBS)	
1	Вступ. Кінематика пружних зіткнень. Закони збереження енергії та імпульсу. Кінематичний фактор.	2
2	Поняття диференціального перерізу розсіяння. Зв'язок між перерізом розсіяння та прицільним параметром.	2
3	Формула Резерфорда для диференціального перерізу розсіяння в полі центральної сили.	2
4	Лабораторна система відліку та система центра мас. Зв'язок між кутами розсіяння в цих системах відліку.	2
	II Втрати енергії легких іонів та одержання розподілів за глибиною з допомогою зворотнього розсіяння	
5	Втрати енергії легких іонів на траєкторіях входу та виходу з мішені. Одиниці вимірювання енергетичних втрат.	2
6	Формула Бора для втрат енергії іонів на одиниці шляху. Залежність втрат від швидкості, а не енергії іонів.	2
7	Втрати енергії в багатокомпонентних мішенях. Правило Брегга.	2
8	Ширина спектру енергії в зворотньому розсіянні. Зв'язок втрат енергії та товщини шару мішені.	1
9	Флуктуації втрат енергії іонів. Похибки методу зворотнього розсіяння.	1
	III Елементний аналіз з використанням характеристичного рентгенівського випромінювання, індукованого прискореними іонами (PIXE)	
10	Фізичні принципи методу ХРВ (PIXE). Переріз іонізації оболонки атома.	4
11	Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. Поглинання рентгенівських променів.	2
12	Вихід рентгенівських квантів для тонких та товстих мішеней. Аналіз рентгенівських спектрів.	2
	IV Визначення концентрації водню на основі реєстрації ядер віддачі (ERDA)	
13	Енергія ядра віддачі при пружному зіткненні та диференціальний переріз передачі енергії. Експериментальна установка стандартного ERDA експерименту.	2
14	Роздільна здатність за енергією та глибиною. Визначення концентрації водню та дейтерію в поверхневому шарі мішені.	2
	V Застосування ядерних реакцій в елементному аналізі (NRA)	

15	Основні визначення та системи координат. Кінематика ядерних реакцій з двома частинками в кінцевому стані.	2
16	Перерізи реакцій. Формула Брейта-Вігнера	2
Разом (год.)		32
Теми практичних занять		
1	Атомні зіткнення та спектрометрія зворотнього розсіяння	4
2	Втрати енергії легких іонів та одержання розподілів за глибиною	2
3	Елементний аналіз з використанням ХРВ, індукованого прискореними іонами	4
4	Визначення концентрації водню на основі реєстрації ядер віддачі (ERDA)	2
5	Застосування ядерних реакцій в елементному аналізі	2
Разом (год.)		14
Теми лабораторних робіт		
1	Знайомство з каналом ядер віддачі АПК ІПФ НАН України. Обробка результатів експерименту.	2
2	Знайомство з каналом резерфордівського зворотнього розсіяння. Обробка результатів експерименту.	2
Разом (год.)		4
Самостійна робота Опрацювання тем, які не входять до плану аудиторних занять		
1	Тема 1. Атомні зіткнення та спектрометрія зворотнього розсіяння (RBS)	14
2	Тема 2. Втрати енергії легких іонів та одержання розподілів за глибиною з допомогою зворотнього розсіяння	14
3	Тема 3. Елементний аналіз з використанням характеристичного рентгенівського випромінювання, індукованого прискореними іонами (PIXE)	14
4	Тема 4. Визначення концентрації водню на основі реєстрації ядер віддачі (ERDA)	14
5	Тема 5. Застосування ядерних реакцій в елементному аналізі (NRA)	14
Разом (год.)		70

ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

Сумативне оцінювання

1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
1	Практичні заняття	50 балів / 50%	Згідно графіка навчального процесу
2	Лабораторні заняття	20 балів / 20%	
4	Іспит (комплексне завдання)	30 балів / 30%	

1.2. Критерії оцінювання

№ з/п	Вид діяльності	Оцінювання
1	Практичні заняття	Нарахування балів відбувається по шкалі: (Відповідно до кількості

	(5 занять)	практичних занять) - відмінні відповіді 9-10 балів; - добрі відповіді 5-8 балів; - достатні відповіді 3-4 балів; - задовільні відповіді 1-2 балів Разом: 50 балів
2	Лабораторні заняття (2 заняття)	Нарахування балів відбувається по шкалі: (Відповідно до кількості лабораторних занять) - Виконано усі вимоги завдання 9-10 балів; - Більшість вимог виконано, але окремі складові відсутні або недостатньо розкриті 5-8 балів; -Вимоги щодо завдання не виконано 1-5 балів. Разом:20 балів
3	Іспит	27-30 балів - здобувач гарно орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані вірно; 15-27 балів - здобувач достатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані з невеликими помилками; 5-15 балів - здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі розв'язані не повністю; 0-5 балів - здобувач недостатньо орієнтується в теоретичному матеріалі, задачі не розв'язані.

Рекомендована література

Базова

1. Leonard C. Feldman, James W. Mayer. Fundamentals of Surface and Thin Film Analysis. P T R Prentice Hall, 1986 - 352 p.
2. А.А. Ключников, Н.Н. Пучеров, Т.Д. Чеснокова, В.Н. Щербін. Методи аналізу на пучках заряджених частинок. Київ, Наукова думка, 1987.
3. Joseph I. Goldstein , Dale E. Newbury , Joseph R. Michael , Nicholas W.M. Ritchie , John Henry J. Scott , David C. Joy. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. Springer New York, NY, 2018 – 550 p.
4. Andersen H.H., J.F. Ziegler. The Stopping and Ranges of ions in Matter. Pergamon Press, 1977.
5. L. D. Landau and E. M. Lifshitz. Mechanics. Elsevier, 1982 - 224 p.

Допоміжна

1. Jackson J. D. Classical electrodynamics. New York: Wiley, 1962.
2. Goldstein H., Poole C.P., Safko J.L. Classical Mechanics (3rd ed.). Addison-Wesley, 2001.

Академічна доброчесність

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватись Етичного кодексу ученого України. Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає: самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право і сум права; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У випадку порушення академічної доброчесності – реагування відповідно до «Положення про академічну доброчесність в ІПФ НАН України».