

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
«РАДІОАКТИВНІСТЬ»

Галузь знань	<i>10 – Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>104 – Фізика та астрономія</i>
Освітня програма	<i>Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу</i>
Освітній рівень	<i>доктор філософії</i>
Статус дисципліни	<i>Фаховий / Вибірковий</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Курс / семестр	<i>III курс, 1 (2) семестр</i>
Кількість кредитів ЄКТС	<i>2 кредити</i>
Розподіл за видами занять та годинами навчання	<i>Лекції – 16 год.</i>
	<i>Практичні (семінарські) – 8 год.</i>
	<i>Консультації – 2 год.</i>
	<i>Самостійна робота – 34 год.</i>
Форма підсумкового контролю	<i>Іспит</i>
Відділ	<i>Відділ фізики лептонів, ІЯД НАН України, корп. 31, кімн. 6, http://lpd.kinr.kiev.ua/</i>
Викладач (-і)	<i>Кобичев Владислав Валерійович, к. ф.-м. н., ст. досл.</i>
Контактна інформація викладача (-ів)	<i>kobyshev@kinr.kiev.ua, +380-50-90-667-90</i>
Дні занять	<i>За розкладом</i>
Консультації	<i>Дистанційні, за домовленістю з ініціативи здобувача, групі</i>

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни - поглиблення та удосконалення теоретичних та практичних знань аспірантів щодо процесів радіоактивного розпаду; набуття умінь та навичок для аналізу поведінки радіоактивних ядер, еволюції їх активності та характеристик частинок, що випромінюються ними; самостійного пошуку ядерно-фізичних даних для розв'язання поставлених власних науково-дослідницьких задач..

Предмет навчальної дисципліни – фізика радіоактивного розпаду, досягнення та експериментальні методи.

Компетентності

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері фізики, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у галузі управління та адміністрування, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики, застосовувати новітні методології наукової та педагогічної діяльності, здійснювати власні наукові дослідження.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні наукові проблеми на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру в сфері фізики та/або астрономії, інтегрувати знання з різних галузей, оцінювати та

СК04. Здатність організовувати та здійснювати науково-педагогічну діяльність у сфері фізики та/або астрономії.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти та реалізовувати науково-дослідницькі, розробницькі та інноваційні проєкти у сфері фізики та/або астрономії, планувати й організовувати

роботу науково-дослідницьких, розробницьких та інноваційних колективів.

СК06. Здатність застосовувати сучасні методи, методики, технології, інструменти та обладнання для проведення прикладних та фундаментальних наукових досліджень у галузі фізики та/або астрономії.

Програмні результати навчання

РН01. Мати сучасні концептуальні та методологічні знання з фізики та/або астрономії та дотичних до них міждисциплінарних напрямів, а також необхідні навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних наукових досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення розробок та інновацій.

РН02. Аналізувати та оцінювати стан і перспективи розвитку фізики та/або астрономії, а також дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН06. Планувати і виконувати прикладні та/або фундаментальні дослідження фізики та/або астрономії 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 та/або розробницьких і інноваційних проєктів.

РН10. Мати навички захисту прав інтелектуальної власності.

РН11. Організовувати освітній процес і проводити педагогічну діяльність у сфері фізики та/або астрономії, забезпечувати відповідне наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення.

Після засвоєння матеріалу дисципліни аспіранти повинен: знати про проблеми фізики радіоактивного розпаду, знати про експериментальні методи дослідження у цій галузі, вміти виконувати пошук літератури з новітніх проблем галузі, робити оцінки можливостей експериментів, спрямованих на дослідження властивостей елементарних частинок та атомних ядер, виконувати розрахунки, пов'язані з реєстрацією ефектів рідкісних процесів радіоактивного розпаду, принципи організації сучасних досліджень у галузі.

Передумови для навчання

Перелік попередньо прослуханих дисциплін / Знання, вміння, навички, якими повинен володіти здобувач, щоб приступити до вивчення дисципліни

Для успішного засвоєння дисципліни аспірант повинен знати експериментальну та теоретичну ядерну фізику, методи математичного аналізу та теорії рівнянь математичної фізики, англійську мову в обсязі стандартних університетських курсів. Крім того, бажано мати навички програмування в сучасних математичних пакетах (Geant, PAW, ROOT, тощо). Компетентності, знання, уміння та досвід, одержані в процесі вивчення кредитного модуля

«Радіоактивність», є необхідними для якісного виконання наукових досліджень за темою дисертації.

Зміст навчальної дисципліни

Дисципліну структурно розділено на 2 розділи:

Розділ 1. Загальні закономірності радіоактивності.

Розділ 2. Окремі типи радіоактивності, її застосування.

Матеріально-технічне (програмне) забезпечення дисципліни

Для виконання практичних завдань за темою курсу потрібен персональний комп'ютер; можна вважати, що ця вимога легко задовольняється для аспірантів ІЯД НАН України у тих відділах, де виконується наукова робота (навіть якщо аспірант не має персонального комп'ютера вдома). Доступ до Інтернету, та програмних засобів, необхідних для виконання практичних завдань, наприклад, Geant, EGS, COSMO, ACTIVIA, PAW, ROOT, тощо.

Сторінка курсу на платформі
Інституту (персональна
навчальна система)

Наразі такої немає.

Рекомендовані джерела

Базова література:

1. Мухин Н.К. Экспериментальная ядерная физика. Физика атомного ядра. Т.1. – М.: Атомиздат, 1974. – 584 с.
2. Широков Ю. М., Юдин Н. П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980. – 728 с.
3. Костеж А.Б., Лаврова Т.В. Прикладная ядерная спектрометрия радионуклидов уран-ториевых рядов в пробах окружающей среды. Ч. 1. – К.: УкрНИГМИ, Віпол, 2011. – 212 с.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться аспірант – суб'єкт навчання і майбутній науковець.

Лекційні заняття

Модуль 1. Загальні закономірності явища радіоактивності

Тема 1. Явище радіоактивності

Лекція 1 (2 год.). Історія відкриття та досліджень радіоактивності. Властивості атомного ядра: заряд, маса, об'єм (геометричний переріз) ядра. Нуклони, їх характеристики. Комбінація числа протонів і нейтронів, що забезпечують стійкість ядра. Ізотопи, ізобари. Ядерно-фізичні характеристики нуклідів. Стабільні і радіоактивні нукліди.

Лекція 2 (2 год.). Співвідношення Ейнштейна (маса-енергія). Енергія зв'язку ядер, їх маси. Енергія спонтанного ядерного перетворення і енергія частинок, що випромінюються. Збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу при радіоактивному розпаді. Ядра віддачі. Природні, космогенні і техногенні радіонукліди. Збереження нуклонного числа, лептонного числа, електричного заряду. Парність ядер. Закон збереження парності. Крапельна і оболонкова моделі атомних ядер. Формула Вайцеккера. Магічні числа.

Тема 2. Загальні властивості радіоактивних перетворень

Лекція 3 (2 год.). Закони радіоактивного розпаду. Стохастичність розпаду. Період

напіврозпаду, константа розпаду, час життя. Активність радіонукліду (абсолютна, питома, об'ємна, поверхнева), одиниці її вимірювання. Зв'язок між активністю та кількістю радіонукліду.

Лекція 4 (2 год.). Типи радіоактивного розпаду. Правила зміщення. Таблиця нуклідів. Ланцюжки радіоактивних перетворень. Радіоактивні ряди. Радіоактивна рівновага, вихід з рівноваги та повернення до неї. Канали розпаду, коефіцієнт розгалуження. Парціальний період напіврозпаду, парціальна константа розпаду.

Модуль 2. Окремі типи радіоактивності, її застосування

Тема 3. Особливості окремих типів радіоактивного розпаду

Лекція 5 (2 год.). Схематичне зображення різних типів ядерних перетворень. Приклади схем розпадів деяких нуклідів. Альфа-розпад. Спектр кінетичної енергії α -частинок. Закон Гейгера – Нетола. Тунельний ефект, кулонівській бар'єр, центробіжний бар'єр.

Лекція 6 (2 год.). Закономірності β -розпаду. Типи бета-розпаду: β^- і β^+ розпад, електронний захват. Подвійний бета-розпад і його типи. Перетворення нуклонів ядра при β -розпаді. Ізобарний ланцюжок. Долина бета-стабільності. Конкуренція видів розпаду.

Лекція 7 (2 год.). Безперервність і форма спектру β -частинок. Нейтрино і антинейтрино. Середня кінетична енергія бета-частинок. Класифікація бета-переходів (фермієвські, гамов-телерівські, дозволені, заборонені), правила відбору для бета-переходів. Анігіляційне випромінювання. Оже-електрони і характеристичне рентгенівське випромінювання, що супроводжує електронний захват.

Лекція 8 (2 год.). Фотонне випромінювання, що супроводжує ядерні перетворення. Дискретність спектра гамма-випромінювання. Енергія гамма-квантів. Час життя ядра в збудженому стані. Ядерна ізомерія. Метастабільний стан, ізомерний перехід. Правила відбору для гамма-випромінювання. Внутрішня конверсія, спектр конверсійних електронів. Ефект Мессбауера.

Лекція 9 (2 год.). Поділ ядра. Спонтанний та вимушений поділ. Ланцюгові реакції поділу. Розподіл продуктів поділу за масою. Радіоактивність продуктів поділу. Миттєві та запізнілі нейтрони. Кластерний розпад. Протонна і нейтронна радіоактивність.

Тема 4. Природна та техногенна радіоактивність, її застосування

Лекція 10 (2 год.). Природні радіоактивні елементи. Примордіальні, радіогенні та космогенні радіонукліди в природі. Наведена радіоактивність. Техногенні радіонукліди. Застосування радіоактивності природних об'єктів, радіоізотопна геохронологія. Основні джерела інформації про радіонукліди, ядерні дані та схеми розпаду. Користування ядерно-фізичними базами даних.

Практичні заняття

Заняття 1. Радіоактивність, схеми розпаду ядер, космічні промені, нейтронна активація. Методи оцінки потоків випромінювань від природної радіоактивності від космічних променів, нейтронної активації.

Заняття 2. Бази даних з радіоактивного розпаду (1). Користування офф-лайнними базами даних з радіоактивного розпаду та компіляціями (ADNDT, Nuclear Data Sheets)

Заняття 3. Бази даних з радіоактивного розпаду (2). Користування он-лайнними базами даних з радіоактивного розпаду (NNDC, NuDat, Nuclear Science Reference, ENSDF, XUNDL тощо) /

Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота здобувача наукового ступеня доктора філософії є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
------------------------	---------------------

Опрацювання матеріалу лекцій та літератури	16
Виконання практичних завдань	6
Підготовка реферату на обрану тему	6
Підготовка до іспиту	6

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед аспірантом:

- правила відвідування занять: заняття проводяться відповідно до розкладу згідно із правилами, встановленими [Положенням про організацію освітнього процесу в Інституті ядерних досліджень НАН України](#), присутність на заняттях є добровільною, примушування до будь-яких дій в навчальному процесі без особистої згоди аспіранта не допускається. Відповідно до робочої навчальної програми даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях згідно з [Уніфікованою системою оцінювання навчальних досягнень аспірантів](#).
- правила поведінки на заняттях: аспірант має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Інституту здійснюється за умови вказівки викладача;
- політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не виконував модульні контрольні роботи (без поважної причини), то його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання передбачено за поважних причин;
- політика щодо академічної доброчесності: [Положення про академічну доброчесність працівників та здобувачів вищої освіти в Інституті ядерних досліджень НАН України](#) встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в Інституті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

Система оцінювання результатів навчання

Види контролю та система оцінювання результатів навчання

Поточний контроль: опитування за темою заняття.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит.

Умови допуску до семестрового контролю: відсутні.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, які він отримує:

- 1) на практичних заняттях;
- 2) за відповідь на екзамені;
- 3) зміст та якість реферату на обрану тему.

Система рейтингових балів

1) Практичні заняття. Ваговий коефіцієнт дорівнює 18. Максимальна кількість балів, які може отримати аспірант на практичних заняттях становить $3 \times 18 = 54$ балів. Нарахування балів на одному практичному занятті:

- відмінне виконання 18 балів;
- дуже добре або добре виконання 13-18 балів;
- задовільні, достатні відповіді 5-12 балів.

2) Екзамен. Критерії оцінювання. Завдання містить два теоретичні питання, кожне з яких оцінюються у 23 бали. Всього $2 \times 23 = 46$ балів.

Нарахування балів за екзаменаційну відповідь:

- повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації) 39-46 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації) 32-38 балів;
- неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) 25-31 балів;
- незадовільна відповідь (менше 60 % потрібної інформації) 0.

Накопичування рейтингових балів з навчальної дисципліни

Види навчальної роботи	Мах кількість балів
Виконання самостійних практичних завдань	60
Іспит	40
Максимальна кількість балів	100

Відповідність системи оцінювання ІЯД НАН України шкалі оцінювання ЄКТС та національній системі оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену (іспиту), диференційованого заліку, курсового проекту (роботи), практики, тренінгу	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 65	E	задовільно достатньо	
35 – 59	FX	незадовільно	не зараховано
1 – 34	F		

Більш детальну інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни, див. сайт ІЯД.

Силабус затверджено на засіданні вченої ради ІЯД НАН України.

« 8 » жовтня 2024 р. Протокол № 10.