МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА

Кафедра фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор навчально-наукового інституту
комп'ютерної фізики та енергетики



_____ Ірина ГАРЯЧЕВСЬКА

_____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

АТОМНО-ЯДЕРНА ФІЗИКА

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика» «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики» «Прикладна фізика енергетичних систем»
вид дисципліни	обов'язкова

навчально – науковий інститут комп'ютерної фізики та енергетики

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

28 серпня 2024 року, протокол № 8/24

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:
Марущенко Ілля Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Завідувач кафедри фізики нетрадиційних енерготехнологій та екології

_____ Олександр КУЛИК

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика»
Гарант освітньо-професійної програми «Комп'ютерна фізика»

_____ Світлана РОГОВА

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики»
Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна фізика нетрадиційної енергетики»

_____ Ілля МАРУЩЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем»
Гарант освітньо-професійної програми «Прикладна фізика енергетичних систем»

_____ Денис ПРОТЕКТОР

Програму погоджено науково-методичною комісією
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від 28 серпня 2024 року № 8/24

Голова науково-методичної комісії
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Атомно-ядерна фізика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів спеціальності 105 — прикладна фізика та наноматеріали

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: знайомство з еволюцією поглядів на явища атомних та субатомних розмірів, розуміння квантових основ сучасної фізики та оволодіння практичними навичками розв'язування задач.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни: забезпечити формування у студентів розуміння історичної необхідності квантової гіпотези для пояснення експериментальних даних, знайомство з сучасними уявленнями про структуру матерії та квантову природу макроскопічних фізичних явищ та оволодіння математичними навиками, що необхідні для розв’язування різноманітних задач квантової фізики.

1.3. Кількість кредитів - 5

1.4. Загальна кількість годин - 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов’язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	
Семестр	
5-й	
Лекції	
32 год.	
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	
Лабораторні заняття	
32 год.	
Самостійна робота	
54 год.	
у тому числі індивідуальні завдання	

1.6. Заплановані результати навчання: згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми, студенти мають знати і розуміти основні методи та ідеї квантової фізики та область їх застосування; вміти використовувати отримані знання для розв’язання різноманітних задач квантової фізики.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Зародження квантової теорії та елементи квантової механіки.

Тема 1: Квантування електромагнітного випромінювання

Проблема теплового випромінювання. Формула Планка. Фотоефект. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Дослід Боте. Фотони. Ефект Комптона.

Тема 2: Формування квантових уявлень

Спектральні закономірності. Ядерна модель атома. Постулати Бора. Досліди Франка і Герца. Борівська модель атома водню Бора. Недоліки моделі Бора. Гіпотеза де-Бройля. Експериментальні підтвердження гіпотези де-Бройля. Парадоксальна поведінка мікрочастинок. Принцип невизначеності Гайзенберга.

Тема 3: Елементи квантової механіки

Стан системи в квантовій теорії. Рівняння Шредінгера. Частинка в потенціальній ямі. Квантовий гармонічний осцилятор. Потенціальні бар'єри. Оператори фізичних величин. Основні постулати квантової теорії. Квантування моменту імпульсу. Ротатор.

Розділ 2. Фізика атомів та молекул.

Тема 4: Квантування атомів

Квантування атома водню. Рівні і спектри лужних металів. Спін електрона. Багатоелектронні атоми.

Тема 5: Періодична система елементів

Принцип Паулі. Заповнення електронних оболонок. Про періодичну систему елементів. Характеристичні рентгенівські спектри.

Тема 6: Магнітні властивості атомів

Магнітний момент атома. Ефекти Зеємана і Пашена-Бака. Електронний парамагнітний резонанс.

Розділ 3. Ядерна та суб'ядерна фізика.

Тема 7: Атомне ядро

Склад і характеристика атомного ядра. Маса і енергія зв'язку ядра. Ядерні сили. Радіоактивність. Основні види радіоактивності.

Тема 8: Ядерні реакції

Ядерні реакції. Енергетична схема ядерних реакцій. Ланцюгова реакція і ядерні реактори. Термоядерний синтез.

Тема 9: Елементарні частинки

Фундаментальні взаємодії. Систематика елементарних частинок. Античастинки. Закони збереження. Парність. Ізотопічний спін. Кваркова модель адронів.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Зародження квантової теорії та елементи квантової механіки												

Тема 1. Квантування електромагнітного випромінювання	16	4	4	4		4						
Тема 2. Формування квантових уявлень	26	6	6	6		8						
Тема 3. Елементи квантової механіки	16	4	4	4		4						
Разом за розділом 1	58	14	14	14		16						
Розділ 2. Фізика атомів												
Тема 4. Квантування атомів	18	4	4	4		6						
Тема 5. Періодична система елементів	12	2	2	2		6						
Тема 6. Магнітні властивості атомів	12	2	2	2		6						
Разом за розділом 2	42	8	8	8		18						
Розділ 3. Ядерна та суб'ядерна фізика												
Тема 7. Ядерна фізика	20	4	4	4		8						
Тема 8. Ядерні реакції	20	4	4	4		8						
Тема 9. Елементарні частинки	10	2	2	2		4						
Разом за розділом 3	50	10	10	10		20						
Усього годин	150	32	32	32		54						

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Квантування випромінювання	4
2	Формування квантових уявлень	8
3	Елементи квантової механіки	4
4	Квантування атомів	6
5	Періодична система елементів	6
6	Магнітні властивості атомів	6
7	Ядерна фізика	4
8	Ядерні реакції	4
9	Елементарні частинки	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювати тему "Квант випромінювання"	6
2	Опрацювати тему "Формування квантових уявлень"	4
3	Опрацювати тему "Елементи квантової механіки"	8
4	Опрацювати тему "Квантування атомів"	8

5	Опрацювати тему “Періодична система елементів”	6
6	Опрацювати тему “Магнітні властивості атомів”	6
7	Опрацювати тему “Ядерна фізика”	8
8	Опрацювати тему “Ядерні реакції”	8
9	Опрацювати тему “Елементарні частинки”	4
	Разом	84

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1	Вступне заняття. Інструктаж з техніки безпеки. Огляд всіх робіт та правило їх виконання і створення графіків.	4
2	Принцип роботи спектрографа. Визначення характеристик спектрографа. Фотографування випромінювання металів і сплавів.	4
3	Розшифровка спектрів випромінювання металів і сплавів. Якісний аналіз складу сплавів зі спектрів випромінювання.	4
4	Провести градуювання монохроматора УМ-2. Дослідження спектру випромінювання водню. Визначення сталої Рідберга.	4
5	Визначення спектроскопічних параметрів молекул йоду.	4
6	Ознайомлення з принципом роботи лазера. Визначення параметрів лазерного променю.	4
7	Дослідження спектрів випромінювання металів та сплавів за допомогою стилоскопу. Напівкількісний аналіз складу сталей.	4
8	Вимірювання спектрів випромінювання твердих тіл. Перевірка закону теплового випромінювання: законів Віна та Стефана-Больцмана.	4
	Разом	32

6. Індивідуальні завдання

7. Методи навчання

Лекційні заняття проводяться методом лекції та розповіді-дискусії і передбачають можливість використання електронних засобів навчання (відеозв’язок в системі Zoom, презентації у форматі pdf, використання електронного пера). На практичних заняттях, якщо вони проводяться в аудиторії, задачі розв’язуються студентами на дошці за допомогою викладача, а у випадку дистанційного навчання заняття проводиться методом розповіді-дискусії з прикладами розв’язання задач, а самостійне розв’язання задач студентами виконується у вигляді додаткових домашніх завдань. Основною метою практичних занять є розвиток навичок практичного застосування і закріплення теоретичного матеріалу. Лабораторні роботи виконуються студентами по парам у спеціальній лабораторії з урахуванням правил техніки безпеки. У випадку дистанційного навчання проведення лабораторних робіт стає неможливим і вони будуть замінені на додаткові практичні заняття.

8. Методи контролю

Для оцінювання результатів навчання використовуються такі види та методи контролю: поточний контроль протягом семестру – активна участь у розв’язанні задач та обговоренні теоретичних положень на практичних заняттях; розв’язання задач для самостійної роботи за темами розділів; виконання лабораторних робіт; семестрова контрольна робота; іспит.

Бали за активну роботу в аудиторії і за розв’язання задач для самостійної роботи складаються в підсумкову оцінку за тему. За кожне активно проведене практичне заняття студент отримає 1 бал. Його отримують студенти, що були активно залучені до обговорення теми практичного заняття, давали правильні відповіді на теоретичні запитання і правильно розв’язували задачі. За кожну правильно розв’язану задачу для

самостійної роботи студент також отримує 1 бал. Загалом за курс за розв'язання задач і роботу на практичних заняттях можна отримати до 30 балів.

Бали за лабораторні роботи студент отримує наступним чином. За виконання кожної лабораторної роботи студент отримує 1 бал. Лабораторна робота вважається виконаною, якщо студент ознайомився з методичними вказівками для її виконання, отримав дозвіл на виконання даної роботи і виконав необхідні виміри. Ще 1 бал студент отримує за захист лабораторної роботи. Для захисту роботи студент повинен показати правильно оформлену роботу з результатами вимірювань та розповісти, які фізичні явища спостерігалися, які результати отримано, і чи відповідають отримані результати очікуваним значенням (відповідь пояснити). Загалом курсом передбачається виконання 7 лабораторних робіт, що дає можливість отримати загалом до 14 балів. Додатковий бал студент отримує за присутність під час інструктажу з техніки безпеки. У випадку відсутності на вступному занятті студент повинен самостійно опрацювати правила техніки безпеки – без цього він не буде допущений до виконання лабораторних робіт.

Програмою курсу передбачається також 1 контрольна робота, за яку студент може отримати до 10 балів. Контрольна робота складається з двох теоретичних питань і однієї задачі. За кожне теоретичне питання можна отримати по 3 бали, за задачу - 4 бали.

У підсумку за роботу в семестрі можна отримати щонайбільше 60 балів. Якщо за семестр студент набрав менше ніж 10 балів, він не буде допущений до іспиту.

Курс завершується проведенням іспиту, за який можна отримати до 40 балів. Іспит проводиться у вигляді письмової роботи. Студент повинен обрати білет, що містить дві задачі та два теоретичних питання за темами курсу. За кожну відповідь він може отримати до 10 балів. За бажанням студента він може також надати усний коментар до своєї екзаменаційної роботи та відповісти на додаткові питання, отримавши додаткові заохочувальні бали, загалом не більше 10 (за умови, що підсумкова оцінка за іспит не перевищує 40 балів).

Максимальний бал, що студент може отримати за курс, складає 100 балів.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, контрольні роботи						Екзаменаційна робота	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Лабораторні роботи	Контрольна робота	Разом		
Т1-Т3	Т4-Т6	Т7-Т9					
10	10	10	15	15	60	40	100

Передбачаються бали за:

- розв'язання задач – 36;
- виконання лабораторних робіт – 14;
- виконання контрольної роботи – 10;
- іспит – 40 балів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень
Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

Основна література

1. М.У. Білий. Атомна фізика: Підручник. К.: Вища школа, 1973.
2. А.Ю. Ницук. Ядерна фізика. Одеський національний університет, 2008.
3. E.H. Wichmann. Berkeley physics course, vol.4: Quantum Physics, Natick Mass, 1971.
4. I.E. Irodov. Problems in General Physics, Mir Publishers, 1988.
5. I.E. Irodov. Problems in Atomic and Nuclear Physics, Mir Publishers, 1983.

Допоміжна література

1. Max Born. Atomic Physics, Blackie & Son, 1969.
2. R. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands. The Feynman Lectures on Physics, vol III: Quantum Mechanics, Basic Books, 2015.
3. Лукіянець Б.А., Понеділок Г.В., Рудавський Ю.К. Основи квантової фізики: Навч. Посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009.

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

1. https://dist.karazin.ua/moodle/course/view.php?id=3224