

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра експериментальної фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ



2021 р.

Робоча програма навчальної дисципліни
«Фізика - 3»
Оптика. Фізика атома. Ядерна фізика

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
галузь знань 10 природничі науки
спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка
освітня програма «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»
спеціалізація _____

(шифр, назва)

Вид дисципліни нормативна (обов'язкова)
факультет радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

2021 / 2022 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

«25» 06 2021 року, протокол № 8

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Дубовик Володимир Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної фізики.


Програму схвалено на засіданні кафедри експериментальної фізики

Протокол від «22» 06 2021 року № 5.

Завідувач кафедри експериментальної фізики

 Володимир ПОЙДА
(підпис) (прізвище та ім'я)


Програму погоджено з гарантом освітньої (освітньо-професійної) програми (керівником проєктної групи) «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи»
(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (освітньо-професійної) програми (керівник проєктної групи)
 Олег БОЦУЛА
(підпис) (прізвище та ім'я)

Програму погоджено методичною комісією факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

Протокол від «25» 06 2021 року № 7.

Голова методичної комісії факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем

 Олександр БУТРИМ
(підпис) (прізвище та ім'я)

Вступ

Програма навчальної дисципліни «Фізика - 3» укладена відповідно до освітньо-професійної програми «Радіофізика, біофізика та комп'ютерні системи» підготовки бакалаврів спеціальності 153Мікро- та наносистемна техніка.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів таких фахових компетентностей:

Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

Знання, набуті студентами з цієї навчальної дисципліни, необхідні для розвитку в них фізичного мислення, для опанування ними уявлень щодо сучасної фізичної картини світу і відображення її у фізичних теоріях з використанням відповідного математичного апарату, для формування у них наукового світогляду і, тим самим, створення фундаменту для подальшого вивчення спеціальних дисциплін.

1.2 Основне завдання вивчення дисципліни: сформувати у здобувачів вищої освіти фундаментальні уявлення про сучасний теоретичний апарат, методи аналізу та опису фізичних процесів і явищ у галузі оптики, атомної та ядерної фізики.

1.3. Кількість кредитів 4.

1.4. Загальна кількість годин 120.

Аудиторних годин – 64.

Самостійна робота – 56.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Вид кінцевого контролю: підсумковий семестровий контроль (екзамен)	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й
Семестр	
3-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні заняття	
16	год
Лабораторні заняття	
16 год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.

1.6. Заплановані результати навчання

У результаті вивчення даного курсу студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.
2. Знати теоретичні аспекти фізики, науковий інструмент для оволодіння фактами дослідів, методи спостереження, засоби вимірювання й обробки експериментальних даних, фізичні принципи методів наукових досліджень явищ і об'єктивоптики, атомної та ядерної фізики, основи техніки та методики фізичного експерименту.
3. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.
4. Вміти користуватися відповідним математичним апаратом, зіставляти результати теорії й досліду, інтерпретувати їх із використанням сучасних знань. мати узагальнені уявлення про методологію науки, критерії істинності й науковості нового знання.
5. Вміти відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації. Класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики.
6. Вміти здійснювати самоконтроль якості засвоєння теоретичних знань.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. ОПТИКА. Частина 1.

ВСТУП. Предмет оптики. Природа світла. Еволюція уявлень про світло. Шкала електромагнітних хвиль, оптичний діапазон. Система рівнянь Максвелла. Хвильове рівняння для електричного і магнітного полів. Рівняння перенесення енергії. Тиск світла. Відбиття і заломлення плоскої електромагнітної хвилі на межі розділу двох суцільних середовищ. Абсолютний та відносний показник заломлення.

ЕЛЕМЕНТИ ФОТОМЕТРІЇ ТА ГЕОМЕТРИЧНА ОПТИКА. Світловий потік. Головні фотометричні величини та одиниці. Зв'язок між енергетичними і світловими характеристиками випромінювання. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Закони геометричної оптики. Явище повного внутрішнього відбиття, світловоди та їх використання. Формула тонкої лінзи. Побудова зображень у дзеркалах та лінзах. Аберації оптичних систем. Оптичні прилади.

ІНТЕРФЕРЕНЦІЯ СВІТЛА. Двопроменева інтерференція. Векторна діаграма складання коливань. Інтенсивність світла при суперпозиції двох світлових хвиль. Геометрична й оптична різниці ходу. Умови створення максимумів і мінімумів освітленості. Ширина інтерференційної смуги і відстань між смугами. Класичні експериментальні методи спостереження інтерференції світла. Когерентність. Часова когерентність. Час когерентності. Довжина когерентності. Просторова когерентність. Радіус когерентності. Двопроменеві інтерферометри: інтерферометр Майкельсона, інтерферометр Релея, зоряний інтерферометр. Використання інтерферометрів у різних галузях науки і техніки. Багатопроменева інтерференція і її особливості. Інтерферометр Фабрі-Перо. Пластинка Люммера-Герке. Застосування багатопроменевої інтерференції. Інтерференція в тонких плівках. Лінії рівного нахилу і рівної товщини. Кільця Ньютона. Просвітлення оптичних систем.

ДИФРАКЦІЯ СВІТЛА. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля. Метод зон Френеля. Зони Френеля. Аналітичне і графічне обчислення амплітуди. Зонна і фазова пластинки. Дифракція від круглого отвору і від диска. Дифракція від прямолінійного краю напівплощини. Спіраль Корню. Дифракція Френеля від щілини. Зонна пластинка як лінза. Труднощі методу зон Френеля. Дифракція Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера від щілини. Аналітичний і графічний методи обчислення амплітуд. Дифракційні решітки. Розташування й інтенсивність дифракційних максимумів. Застосування дифракційних решіток у спектральних приладах. Головні характеристики спектральних приладів

(область дисперсії, кутова і лінійна дисперсія, роздільна здатність). Дифракція рентгенівських променів. Рівняння Лауе і Вульфа - Бреггів.

ПОЛЯРИЗАЦІЯ СВІТЛА. Природне й поляризоване світло. Лінійна, еліптична і кругова поляризації. Частково поляризоване світло. Ступінь поляризації. Закон Малюса. Методи одержання поляризованого світла. Поляризація при відбитті і при заломленні. Формули Френеля. Кут Брюстера. Явище подвійного променезаломлення. Звичайний і незвичайний промені та їх поляризація. Одноосьові і двоосьові кристали. Оптичні осі кристала. Дихроїзм. Поляріди. Поляризаційні призми. Фізична причина подвійного променезаломлення. Інтерференція поляризованого світла. Проходження лінійно поляризованого світла через кристалічну пластинку. Пластинка у чверть хвилі, півхвилі і хвилю. Кристалічна пластинка між двома поляризаторами. Штучне подвійне променезаломлення. Поворот площини поляризації у кристалічних і аморфних середовищах. Поворот площини поляризації в магнітному полі. Застосування поляризованого світла в різних галузях науки і техніки.

ВЗАЄМОДІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ З РЕЧОВИНОЮ. Дисперсія світла. Нормальна й аномальна дисперсія. Елементарна теорія дисперсії. Фазова швидкість електромагнітної хвилі. Хвильовий пакет. Групова швидкість. Зв'язок між фазовою і груповою швидкостями. Поглинання світла. Закон Бугера. Природа поглинання. Глибина проникнення електромагнітної хвилі в метал. Розсіювання світла. Природа процесів розсіювання. Розсіювання Релея. Закон Релея. Ефект Вавілова-Черенкова і його застосування для реєстрування швидких заряджених частинок.

ЕЛЕМЕНТИ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИКИ. Основні нелінійні ефекти. Нелінійна поляризація середовища і її природа. Лазери як джерела вимушеного випромінювання. Проходження світла крізь середовище з урахуванням вимушеного випромінювання. Умови насичення. Створення інверсії населеності. Принципова схема лазера. Застосування лазерів у різних галузях науки і техніки.

ОПТИКА РУХОМИХ СЕРЕДОВИЩ. Поздовжній і поперечний ефекти Доплера.

Розділ 2. ФІЗИКА АТОМА ТА АТОМНИХ ЯВИЩ. Частина 2.

ВСТУП. Короткий історичний нарис розвитку сучасних уявлень про будову атома. Порядок величини відстаней та енергій для атомно-молекулярних і ядерних процесів. Спектроскопія мас. Обмеженість сфери застосування уявлень класичної механіки. Специфіка законів мікросвіту. Квантові уявлення. Принцип відповідності.

ГІПОТЕЗА КВАНТІВ. Випромінювання й поглинання світла атомом. Термодинамічна теорія рівноважного (чорного) випромінювання, його характеристики; зв'язки між ними. Закон Кірхгофа. Абсолютно чорне тіло. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джинса. Ультрафіолетова катастрофа. Гіпотеза Планка. Формула Планка. Стала Планка. Випромінювання спонтанне і вимушене. Світлові кванти (фотони). Енергія й імпульс фотона. Фотоефект зовнішній і внутрішній. Дослід Йоффе і Добронравова. Короткохвильова межа суцільного рентгенівського спектра. Ефект Комптона. Зворотний ефект Комптона.

ТЕОРІЯ АТОМА ВОДНЮ ЗА БОРОМ-ЗОММЕРФЕЛЬДОМ. Атом у фізиці. Визначення мас атомів. Класичний радіус електрона. Статична модель атома за Томсоном. Розсіювання альфа-частинок ядрами, досліди Резерфорда. Ефективний переріз розсіювання. Планетарна модель атома. Неможливість існування стійкого атома у класичній фізиці. Квантування енергій атомів, молекул і енергії випромінювання. Енергетична структура атома. Досліди Франка і Герца. Постулати Бора. Теорія Бора-Зоммерфельда атома водню, кругові й еліптичні орбіти. Спектральні серії атома водню. Серіальні формули. Стала Рідберга. Спектральні терми. Комбінаційний принцип Рітца. Врахування маси ядра. Труднощі теорії Бора.

КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. Гіпотеза Луї де Бройля. Хвилі де Бройля. Експериментальні підтвердження гіпотези де Бройля. Дифракція електронів, нейтронів, атомів і молекул. Досліди Девіссона і Джермера, Томсона і Тартаковського. Властивості хвиль де Бройля, їх групова і фазова швидкості. Поняття квантового стану і його характеристики за допомогою хвильової функції. Ймовірнісна (статистична) інтерпретація хвильової функції. Відмінність квантовомеханічного і класичного опису руху частинки. Суперпозиція плоских хвиль. Хвильовий пакет. Співвідношення невизначеності Гейзенберга. Фізичний зміст співвідношень невизначеності.

ОСНОВИ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ. Рівняння Шредінгера стаціонарне й нестаціонарне. Умови, що накладаються на його розв'язання. Умови нормування хвильової функції. Принцип суперпозиції. Оператори у квантовій механіці. Рівняння для власних значень і власних функцій. Середні значення фізичних величин. Оператори фізичних величин. Комутуючі і некомутовуючі оператори. Складання моментів, векторна модель. Розв'язок рівняння Шредінгера для частинки в одномірній прямокутній потенціальній ямі. Гармонічний осцилятор. Квантування енергії й орбітального моменту імпульсу; фізичний зміст квантових чисел. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр (тунельний ефект). Спін. Оператор спіну. Повний момент імпульсу. Орбітальний і спінів магнітні моменти. Експериментальні докази існування спіну (дослід Штерна і Герлаха). Спін-орбітальна взаємодія. Симетричні й антисиметричні хвильові функції. Квантові статистики (Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака). Принцип Паулі.

БАГАТОЕЛЕКТРОННІ АТОМИ. Уявлення про електронну конфігурацію. Максимальна кількість електронів, що мають дані значення квантових чисел (різні випадки). Електронні оболонки. Властивості повністю заповнених оболонок. Заповнення електронних оболонок з урахуванням принципу Паулі. Векторне додавання моментів імпульсу і типи зв'язку. Зв'язок Рассела-Саундерса (LS) та j-j-зв'язок. Атомні терми (символіка). Правила Хунда. Загальна характеристика рівнів енергії і спектрів багато електронних атомів. Пояснення періодичного закону Д.І. Менделєєва. Рентгенівські й рентгеноелектронні характеристичні спектри і їх природа. Закон Мозлі.

АТОМИ У ЗОВНІШНІХ ПОЛЯХ. Магнітні властивості атомів. Гіромагнітне відношення для орбітального руху електрона. Аномальність гіромагнітного відношення для спіну електрона. Магнетон Бора. Енергія атома у магнітному полі. Нормальний ефект Зеємана. Правило відбору. Визначення понять сильного і слабого магнітних полів. Розрив зв'язку між орбітальним і спіновим моментами у сильному полі. Ефект Пашена-Бака. Явище електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) і ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Ефект Штарка.

МОЛЕКУЛИ. Двохатомні молекули. Полярний і гомеополарний зв'язок атомів у молекулах. Молекула водню. Види рухів у молекулі. Криві потенціальної енергії. Електронні, коливальні й обертальні рівні енергії двохатомних молекул. Молекулярні спектри. Правила відбору.

КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ ТІЛ (2 год). Формування зон. Збуджені електронні стани кристалу і поняття про екситони. Коливальні стани кристалу і поняття про фонони. Теорія теплоємності за Ейнштейном і Дебаєм. Заповнення енергетичних зон. Зонні моделі металів, напівпровідників, діелектриків. Провідність твердих тіл. Власна і домішкова провідності. Діамагнетизм і парамагнетизм атомів. Природа ферромагнетизму.

Розділ 3. ФІЗИКА ЯДРА Й ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. Частина 3.

ВСТУП. Основні етапи розвитку уявлень про атомне ядро й елементарні частинки. Відкриття природної радіоактивності урану, полонію і радію. Відкриття і дослідження альфа, бета і гама радіоактивності. Виникнення теорії радіоактивного розпаду як перетворення елементів. Відкриття атомного ядра. Перша штучна ядерна реакція (перетворення азоту на кисень). Відкриття протона. Перші моделі будови атомних ядер і їх неспроможність. Відкриття нейтрона. Виникнення протонно-

нейтронної моделі будови ядра. Перші досліди зі штучного розщеплення атомного ядра (розщеплення ядра літію у Кембриджі і у Харкові). Відкриття штучної радіоактивності і поділу атомних ядер. Розвиток уявлень про елементарні частинки: від квантів світла до кольорових кварків.

МОДЕЛІ АТОМНИХ ЯДЕР. Протонно-нейтронний склад атомних ядер. Властивості протона і нейтрона. Електромагнітна будова протона і нейтрона. Заряд ядра. Масове число і маса ядра. Ізотопи, ізобари й ізомери. Енергія зв'язку атомних ядер. Стабільні і нестабільні ядра. Розміри ядер. Ядерні моделі. Спіни і магнітні моменти ядер.

ЯДЕРНІ СИЛИ І ЇХ ВЛАСТИВОСТІ. Радіус дії й інтенсивність ядерних сил. Залежність від спіну і нецентральність. Властивість насичення ядерних сил. Обмінний характер. Зарядова незалежність і ізотопічна інваріантність ядерних сил. Модель прямокутної потенціальної ями.

ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ. Закони радіоактивного розпаду. Радіоактивні ряди. Альфа-розпад. Бета-розпад. Види Бета-розпаду. Неперервність енергетичного спектру елементів. Нейтрино. Незбереження парності при бета-розпаді. Гама -розпад і його властивості. Ядерні ізомери. Резонансне випромінювання і поглинання квантів атомними ядрами без відбою (ефект Мессбауера).

ЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ. Класифікація і приклади ядерних реакцій. Закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу і парності в ядерних реакціях. Прискорювачі заряджених частинок. Взаємодія частинок і випромінювання з речовиною: іонізаційне гальмування заряджених частинок, радіаційне гальмування електронів, випромінювання Черенкова, атомний фотоефект, комптонівське розсіювання фотонів, утворення електронно-позитронних пар. Відкриття нейтрона. Взаємодія нейтронів з ядрами. Теорія сповільнення. Складене ядро. Переріз ядерної реакції. Відкриття штучної радіоактивності. Трансуранові елементи. Прикладне використання радіоактивності у біології і медицині, у науці і техніці.

ПОДІЛ І СИНТЕЗ АТОМНИХ ЯДЕР. Поділ важких ядер. Ланцюгові ядерні реакції. Ядерні реактори на теплових нейтронах. Уран-графітові і водо-водяні реактори. Недоліки уран-графітових реакторів. Чорнобильська аварія, її причини і наслідки. Дозиметрія гама-випромінювання, потоків заряджених частинок і нейтронів. Захист від іонізуючих випромінювань. Термоядерні реакції. Синтез гелію з водню як джерело енергії зірок. Протон-протонний і вуглецево-азотний цикли. Перспективи здійснення термоядерних реакцій у земних умовах.

ЕЛЕМЕНТАРНІ ЧАСТИНКИ ТА КОСМІЧНІ ПРОМЕНІ. Пі-мезони, їх спіни, парність і розпади. Ізотопічний спін пі-мезонів. Баріонні резонанси. Дивні частинки. Гіперони і К-мезони. Перші створені моделі елементарних частинок. Векторні мезони. Передбачення і відкриття омега-гіперону. Кварки. Кваркова структура мезонів і баріонів. Перетворення елементарних частинок. Збереження ізотопічного спіну і дивності. Приклади утворення частинок та їх розпади, викликані сильною взаємодією.

Універсальність слабкої взаємодії. Нейтрино й антинейтрино. Сонячні нейтрино. Досліди, що підтверджують існування нейтрино й антинейтрино. Мюони і тау-лептоли. Типи нейтрино (електронне, мюонне і тау-лептонне). Енергетичний спектр і склад первинного космічного випромінювання. Проходження космічних променів крізь атмосферу. Радіаційні пояси Землі. Походження космічних променів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин									
	Денна форма									
	Усього	у тому числі								
л		п	лаб	інд	сп					
1	3	2	1	1		3,5				
Розділ 1. ОПТИКА. Частина 1.										
Разом за розділом 1		12	6	6		21				

Розділ 2. ФІЗИКА АТОМА ТА АТОМНИХ ЯВИЩ. Частина 2									
Разом за розділом 2		12	6	6		21			
Розділ 3. ФІЗИКА ЯДРА Й ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. Частина 3.									
Разом за розділом 3		8	4	4		14			
Усього годин	120	32	16	16		56			

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	2.08 «Оптика»	
1	Електромагнітні хвилі. Завдання 3.236 (4.192*), 3.240 (4.196*), 3.246 (4.199*), 3.270 (4.219*)	1
2	Геометрична оптика. Завдання 4.14 (5.13*), 4.16 (5.15*), 4.26 (5.25*), 4.40 (5.34*), 4.5 (5.4*)	1
3	Інтерференція. Завдання 4.72 (5.65*), 4.86 (5.76*), 4.95 (5.85*), 4.90 (5.80*), 4.102 (5.92*)	1
4	Дифракція світла. Завдання 4.112 (5.99*), 4.113, 4.135 (5.121*), 4.141 (5.127*), 4.176 (5.156*)	1
5	Поляризація світла. Завдання 4.178 (5.158*), 4.190 (5.167*), 4.210 (5.183*), 4.224 (5.196*)	1
6	Дисперсія світла. Завдання 5.200*, 4.231 (5.204*), 4.228 (5.201*), 4.235 (5.208*)	1
	2.09 «Фізика атома та атомних явищ»	1
7	Теплове випромінювання. Завдання 6.230 (5.247*), 6.232 (5.249*), 6.234 (5.251*), 6.237 (5.253*)	1
8	Рентгенівське випромінювання. Фотоефект. Завдання 5.15 (5.271*), 5.17, 5.19 (5.274*), 5.24 (5.279*)	1
9	Фотоефект. Завдання 5.292-5.295. Ефект Комптона. Завдання 5.302-5.308	1
10	Розсіювання частинок. Атом Бора-Резерфорда. Завдання 6.1-6.12, 6.19-6.28, 6.33-6.41.	1
11	Рівняння Шредінгера. Завдання 6.65, 6.79-6.90.	1
12	Багатоелектронні атоми. Спектри. Завдання 6.105-6.115, 6.122-6.127, 6.165-6.168	1
	2.10 «Фізика ядра та елементарних частинок»	1
13	Радіоактивний розпад. Завдання 6.239-6.246	1
14	Радіоактивний розпад. Завдання 6.251-6.260	1
15	Ядерні реакції. Завдання 6.274-6.284	1
16	Елементарні частинки. Завдання 6.316-6.326	
	Разом	16

Збірники задач

1. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416с.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 2004. – 416с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М., 1979. – 369 с

Примітка

(4.193*) – нумерація задач за збірником задач

6 Завдання для самостійної робота Самостійна робота студентів

1. Самостійне опрацювання теоретичного матеріалу навчальної дисципліни за підручниками та посібниками, а також інтернет-джерелами (з послідовними посиланнями на них) – 2 год.

Форма контролю: Рубіжний та семестровий контроль.

2. Самостійне розв'язування задач у ході виконання домашніх завдань при підготовці до практичних занять за збірником за такими темами – 54 год

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
2.08 «Оптика»		
1	Електромагнітні хвилі. Завдання 3.237 (4.193*), 3.242 (4.197*), 3.243, 3.244, 3.247 (4.200*), 3.268 (4.216*)	3
2	Геометрична оптика. Завдання 4.15 (5.14*), 4.18 (5.17*), 4.20 (5.19*), 4.21 (5.20*), 4.41 (5.34*), 4.32 (5.29*), 4.10 (5.9*)	3
3	Інтерференція. Завдання 4.73 (5.66*), 4.80 (5.70*), 4.94 (5.84*), 4.88, 4.99 (5.89*), 4.79 (5.69*)	3
4	Дифракція світла. Завдання 4.117 (5.103*), 4.123 (5.109*), 4.133 (5.119*), 4.140 (5.126*), 4.152 (5.137*), 4.156 (5.141*), 4.174 (5.154*)	3
5	Поляризація світла. Завдання 4.180, 4.185 (5.163*), 4.197 (5.173*), 4.209 (5.182*), 4.219 (5.191*), 4.227 (5.199*)	3
6	Дисперсія світла. Завдання 4.229 (5.202*), 4.230 (5.203*), 4.233 (5.206*), 4.235 (5.208*), 4.236 (5.209*)	3
2.09 «Фізика атома та атомних явищ»		
7	Теплове випромінювання. Завдання 6.235, 6.238, 6.240 (5.255*), 6.241 (5.256*)	3
8	Рентгенівське випромінювання. Фотоефект. Завдання 5.14 (5.270*), 5.16 (5.272*), 5.18 (5.273*), 5.20 (5.275*), 5.13 (5.269*)	3
9	Розсіювання частинок. Атом Бора-Резерфорда. Завдання 6.43-6.48	3
10	Хвильові особливості частинок. Завдання 6.76-6.78	3
11	Рівняння Шредінгера. Завдання 6.91-6.95	3
12	Молекули. Завдання 6.186-6.192. Кристали. Завдання 6.229-6.238	3
2.10 «Фізика ядра та елементарних частинок»		
13	Радіоактивний розпад. Завдання 6.247-6.250	3
14	Радіоактивний розпад. Завдання 6.261-6.265	3
15	Ядерні реакції. Завдання 6.285-6.290	3
16	Ядерні реакції. Завдання 6.301-6.310	3
17	Елементарні частинки. Завдання 6.327-6.330	3
18	Елементарні частинки. Завдання 6.337-6.341	3
Разом		54

Збірники задач

- Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416с.
- Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 2004. – 416с.
- Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. . – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
- Иродов И.Е. Задачи по общей физике, М., 1979, 369 с.

Примітка

(4.193*) – нумерація задач за збірником задач
Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М., 1979. – 369 с.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
2.08 «Оптика»		
1	Фізичний практикум з оптики. Загальні положення.	
2	Визначення фокусних відстаней тонких лінз і лінзи Френеля.	
3	Визначення довжини хвилі монохроматичного світла за допомогою біпризми Френеля.	
4	Визначення параметрів відбивної дифракційної решітки з використанням напівпровідникового лазера.	
5	Визначення радіуса кривизни лінзи та довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.	
6	Дослідження спектральних характеристик ртутної та компактної люмінесцентної лампи з використанням призмового монохроматора УМ – 2.	
2.09 «Фізика атома та атомних явищ»		
7	Визначення числа Авогадро за допомогою рентгеноструктурного вимірювання сталої кристалічної ґратки.	
8	Закон Мозлі.	
9	Вивчення поглинання рентгенівських променів у речовині.	
10	Дифракція електронів.	
11	Ефект Зеємана.	
12	Ознайомлення з роботою лічильника Гейгера-Мюлера.	
2.10 «Фізика ядра та елементарних частинок»		
13	Вивчення магнітного моменту протона методом ЯМР.	
14	Визначення власного магнітного моменту електрона методом парамагнітного резонансу.	
15	Вивчення спектра атомарного водню. Визначення сталої Рідберга та сталої Планка.	
16	Визначення сталої Планка за короткохвильовою межею рентгенівського суцільного спектра методом ізохромат.	
17	Дослідження поглинання рентгенівських променів у речовині. Визначення енергії іонізації К - рівня.	
18	Визначення середньої довжини пробігу α - частинок у повітрі.	
Разом		16

- Лабораторний практикум з оптики. Частина перша. / Укладачі: В.П. Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 85 с.
Режим доступу: http://physics.karazin.ua/doc/chairs/k_eph/m_o_01.pdf
- Лабораторний практикум з оптики. Частина друга. / Укладачі: В.П. Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 72 с.
Режим доступу: http://physics.karazin.ua/doc/chairs/k_eph/m_o_02.pdf
- Лабораторний практикум з оптики. Частина третя. / Укладачі: В.П. Пойда, В.П. Хижковий. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2015. – 97 с.
Режим доступу: https://kef.univer.kharkov.ua/doc/k_eph/m_o_05.pdf
- Рязанов О. М., Андронов В. М., Пойда В. П. Фізичний практикум. Атомна фізика. Навчальний посібник. – ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2001. – 127 с.
- Фізичний практикум з фізики атома та ядерної фізики для студентів факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем.

8. Методи контролю

Ректорська контрольна робота. Поточний контроль 1. Поточний контроль 2. Семестровий підсумковий контроль: семестровий екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний рубіжний контроль, семестровий підсумковий контроль – екзамен				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Розділ 3	Екзамен	
20	20	20	40	
				100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

Критерії оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань та набуття умінь і практичних навичок студентами факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем при проходженні ними лабораторних занять з певного розділу загального курсу фізики відповідно до стобальної шкали Європейської кредитно-трансферної системи (ECTS), розроблені та затверджені кафедрою експериментальної фізики Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

Лабораторні заняття з фізики відіграють важливу роль при практичній підготовці бакалаврів із прикладної фізики та наноматеріалів на факультеті радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем. Отримання студентом факультету радіофізики, біомедичної електроніки та комп'ютерних систем так званого «умовного» заліку з лабораторних занять за рішенням лектора, який читає відповідний лекційний курс, може бути умовою допуску студента до проходження ним підсумкового семестрового екзамену з відповідної навчальної дисципліни. Бали, отримані студентом за виконання лабораторних робіт, можуть також бути враховані лектором, при проведенні ним підсумкового контролю.

Для того, щоб одержати залікі з лабораторних занять з навчальної дисципліни «Фізика - 3» студенти впродовж семестру повинні регулярно відвідувати лабораторні заняття, самостійно виконати всі лабораторні роботи, які визначені в їх індивідуальних навчальних планах, оформити звіти з лабораторних робіт і вчасно захистити їх.

При оцінюванні навчальних досягнень студентів викладачі, які проводять лабораторні заняття, повинні встановити загальний рівень оволодіння студентами основами теоретичних знань тих розділів відповідної навчальної дисципліни, за якими здійснювався навчальний експеримент. Знання студентами теоретичних положень встановлюється і оцінюється на лабораторному занятті або в процесі допуску до

виконання лабораторної роботи, або під час захисту студентом звіту з виконаної лабораторної роботи шляхом проведення усного або письмового опитування.

Загальний рівень набуття студентами конкретних практичних умінь і навичок викладачі, які проводять лабораторні заняття, повинні встановити у ході виконання студентами лабораторних робіт і, зокрема, при проведенні ними окремих спостережень, навчальних експериментів або інших видів досліджень, які використовуються на фізичному практикумі.

При оцінюванні результатів виконання всіх лабораторних робіт обов'язковим є облік рівня дотримання студентами правил техніки безпеки і пожежної безпеки, передбачених інструкцією з охорони праці при виконанні робіт в навчальній лабораторії кафедри експериментальної фізики.

Критерії оцінювання рівня засвоєння теоретичних знань

Відмінно, 90-100 балів .

Теоретична підготовка - студент має глибокі, міцні і систематичні теоретичні знання з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі, і може самостійно вивести основні формули, що використовуються в лабораторній роботі. Він може вільно наводити як словесне, так і математичне формулювання основних положень теорії, дає вичерпні відповіді на всі питання для самоконтролю і правильно виконує всі тести до лабораторних робіт. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань і логікою, а його знання носять достатньо узагальнюючий характер. Студент може самостійно застосовувати теоретичні знання в стандартних ситуаціях, його відповіді лаконічні, логічні і чіткі, а розуміння фізичної суті теоретичного матеріалу є повним.

Практичні уміння і навички - студент згідно з інструкціями за певним алгоритмом самостійно виконує поставлені в лабораторній роботі завдання, проявляючи при цьому творчий підхід. Усі дії студента в лабораторії відрізняються раціональністю. Студент добре орієнтується в приладах і обладнанні, що використовуються для виконання лабораторної роботи. Він здатний самостійно провести вимірювання, виконати всі необхідні розрахунки, визначити абсолютну і відносну похибки, а також проаналізувати достовірність одержаних результатів. Студент бездоганно оформлює звіти з лабораторних робіт, дотримуючись всіх існуючих вимог.

Добре, 70-89 балів.

Теоретична підготовка – студент має добрі теоретичні знання з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі і може самостійно вивести основні формули, що використовуються в лабораторній роботі, але інколи робить при цьому кілька несуттєвих помилок. Він може наводити як словесне, так і математичне формулювання основних положень теорії, дає достатньо аргументовані відповіді на всі питання для самоконтролю і правильно виконує тести до лабораторних робіт. Студент може самостійно застосовувати теоретичні знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння фізичної суті теоретичного матеріалу не завжди є повним.

Практичні уміння і навички - студент згідно з інструкціями за певним алгоритмом самостійно виконує поставлені в лабораторній роботі задачі і добре орієнтується в приладах і обладнанні, що використовуються для виконання лабораторної роботи. Він володіє базовими навичками щодо виконання вимірювань і може самостійно провести вимірювання, виконати всі необхідні розрахунки, визначити абсолютну і відносну похибки, але не завжди може проаналізувати достовірність одержаного результату. При оформленні звітів із лабораторних робіт студент дотримується всіх існуючих вимог, але інколи припускається несуттєвих помилок.

Задовільно, 50-69 балів

Теоретична підготовка – студент знайомий з основними поняттями і визначеннями теоретичного матеріалу з тих розділів навчальної дисципліни, які досліджуються на

фізичному практикумі, але його знання є досить поверхневими. Він може формулювати за допомогою викладача основні положення теорії, не виділяючи взаємозв'язку між ними. Студент знає умовні позначення деяких фізичних величин і їх розмірність. Він може дати правильні відповіді лише на деяку кількість питань для самоконтролю і виконати певну кількість тестів до лабораторних робіт, але при цьому припускається суттєвих помилок, які самостійно, без допомоги викладача, виправити не може.

Практичні уміння і навички - студент може самостійно виконати деякі окремі дослідження за певними інструкціями, але він не здатний самостійно сформулювати мету і осмисли типовий алгоритм виконання лабораторної роботи. При проведенні вимірювань студент потребує певної кількості додаткових консультацій з викладачем чи інженером практикуму. Студент демонструє вміння виконувати основні математичні перетворення і розрахунки при опрацюванні результатів вимірювань, але часто припускається при цьому суттєвих помилок. Оформлення звітів із лабораторної роботи здійснює з суттєвими помилками.

Незадовільно, 1-49 балів

Студент не виконав всі лабораторні роботи, які були визначені його індивідуальним планом, не оформив звіти і не захистив їх. При цьому загальний рівень засвоєння теоретичних знань та набуття практичних умінь і навичок у студента є дуже низьким. Зокрема у нього дуже слабкі:

Теоретична підготовка - відповіді студента на питання для самоконтролю з тих теоретичних положень навчальної дисципліни, які досліджуються на фізичному практикумі, є елементарними і фрагментарними. У його відповідях при живому спілкуванні з викладачем часто відсутні логіка і самостійність. Студент не знає основних понять і визначень, які необхідні для осмисленого успішного виконання і захисту результатів лабораторної роботи.

Практичні уміння і навички - при виконанні лабораторних робіт студент ознайомлений з принципом дії окремих вимірювальних приладів, але не вміє користуватися ними. Він не може самостійно без допомоги викладача чи інженера провести необхідні вимірювання і виконати лабораторну роботу. При опрацюванні одержаних результатів вимірювань навіть найпростіші математичні операції студент здійснює з грубими помилками. При оформленні звітів із лабораторної роботи припускається багатьох грубих помилок.

З цими критеріями студенти повинні бути ознайомлені на вступному занятті перед початком виконання лабораторних робіт на кожному з практикумів кафедри експериментальної фізики.

Навчальні досягнення студентів із навчальної дисципліни «Загальна фізика: оптика, фізика атома та атомних явищ, фізика ядра і елементарних частинок» оцінюються в балах, загальна сума яких становить 100. Вона складається із 60 балів, які студент може отримати протягом семестру в результаті проходження проміжного контролю шляхом виконання 2 письмових контрольних робіт та 40 балів, які студент може отримати в результаті проходження підсумкового контролю у вигляді письмового екзамену.

Кожна письмова контрольна робота складається із 5 тестів закритого типу, правильнее виконання кожного з яких оцінюється у 2 бали та двох фізичних задач, правильнее виконання кожної з яких оцінюється у 10 балів.

Екзаменаційне завдання складається із 4 теоретичних питань, правильнее виконання кожного з яких оцінюється у 5 балів та 2 фізичних задач, правильнее виконання кожної з яких оцінюється у 10 балів.

10. Рекомендована література

Базова література:

1. Кононенко В.Г., Деревянко И.А., Бляшенко Г.С., Анищенко Т.Н. Методические указания для самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям по оптике

- для студентов 2 курса физического и радиофизического факультетов. – Харьков, ХГУ. – 1985. – 59 с.
2. Кононенко В.Г., Деревянко И.А. Методические указания к решению задач по дифракции света в курсе общей физики для студентов 2 курса физического факультета. – Харьков, ХГУ. – 1986. – 43 с.
 3. Бляшенко Г.С., Иванов Е.Д., Летаго В.А., Хижковский В.П. Геометрическая оптика. Методические указания для самостоятельной підготовки студентов 2 курса физического и радиофизического факультетов. – Харьков, ХГУ. – 1990. – 20 с.
 4. Бляшенко Г.С., Дубовик В.Н. Поляризация света. Методические указания для самостоятельной работы студентов при подготовке к практическим и семинарским занятиям по общей физике. – Харьков, ХГУ, 1991. – 28 с.

Оптика

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4. – М.: Наука, 1985. – 752 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 926 с.
3. Матвеев А.Н. Оптика. – М.: Высш. шк., 1985. – 351 с.
4. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. – М.: Наука, 1978. – 480 с.
5. Калигиевский А.Н. Волновая оптика. – М.: Высш.шк., 1978. – 480 с.
6. Горбань І.С. Оптика. – Київ.: Вища школа, 1979. – 223 с.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 415 с.
8. Бутиков Е.И. Оптика. Учебное пособие. – М.: Высш.шк., 1986. – 512 с.
9. Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. Под редакцией Д.В. Сивухина. – М.: Наука, 1977. – 320 с.
10. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
11. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Астрель; АСТ, 2001. – 319 с.
12. Иродов И.Е. Волновые процессы: основные законы. – М.; СПб.: Физматлит; Невский диалект; Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 253 с.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т 4. : Оптика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 792 с.
14. Матвеев А.Н., Ильичева Е.Н. и др. Методика решения задач оптики. – М.: Изд-во Москов. Ун-та, 1981. – 232 с.
15. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 4. Волны. Оптика. – М.: АСТ: Астрель, 2005. – 256 с.

Фізика атома та атомних явищ

1. Ахієзер А.І. Атомна фізика. – Київ: Наукова думка, 1988. – 264 с.
2. Шпольський Е.В. Атомная физика: в 2-х т. – М. : Наука, 1974. – Т.1. – 575 с.
3. Шпольський Е.В. Атомная физика: в 2-х т. – М. : Наука, 1974. Т.2. – 447 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, 1980.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, ч.1, Атомная физика. – М.: Наука, 1986. – 416с.
6. Матвеев А.Н. Атомная физика. Учеб. пособие для физ. спец. ВУЗов. – М.: Высш. Школа, 1989. – 439 с.
7. Савельев И.В. Курс физики. – М.: Наука, т.3, 1989. – 301 с.
8. Белый М.У., Охрименко Б.А. Атомная физика. – 1986.
9. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. М.: Высш. шк., 1991. – 173 с.
10. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416 с.
11. Борн М. Атомная физика. – М. Наука, 1964.
12. Бейзер А. Основные представления современной физики. – М., 1972.
13. Гарбуни М. Физика оптических явлений. – М.: Энергия, 1967. – 496 с.
14. Вихман Е. Квантовая физика. – М.: Наука, 1974. – 415 с.

15. Кристи Р., Пити Л. Строение вещества: введение в современную физику. – М., 1969. – 595 с.
16. Фано У., Фано Л. Физика атомов и молекул. – М.: Наука, 1980. – 653 с.
17. Вейсс Р. Физика твердого тела. – М., 1968. – 456 с.
18. Бароне А., Патерно Дж. Эффект Джозефсона. – М.: Мир, 1984. – 640 с.
19. Квантовый эффект Холла. Под ред. Пренджа Р. и Гирвина М. – М.: Мир, 1989. – 408 с.
20. Барсуков О.А., Ельяшевич М.А. Основы атомной физики. – М.: Научн. мир, 2006. – 648 с.

21. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.

22. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. – 8-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.

23. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – 2-е изд., испр., - М.: Лаборатория Базовых Знаний; Физматлит, 2002. – 216 с.
24. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2002. – 272 с.
25. Матвеев А.Н. Атомная физика. – М.: Высш. шк., 1989. – 439 с.
26. Савельев И.В. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: АСТ: Астрель, 2006. – 368 с.
27. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Астрель; АСТ, 2001. – 319 с.
28. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 784 с.

Фізика ядра та елементарних частинок

1. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: Основа, 1991, 480 с.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика, часть 2, Ядерная физика. – М.: Наука, 1989, 426 с.
3. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980. – 728 с.
4. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы. – М.: Мир, 1989. – 336 с.
5. Орир Дж. Физика, т.2. – М.: Мир, 1981. – 622 с.
6. Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика. – М.: Мир, 1979. – 736 с.
7. Ахієзер О.І., Рекало М.П. Фізика елементарних частинок. – К.: Наук. думка, 1978. – 224 с.
8. Ахиезер А.І., Рекало М.П. Элементарные частицы. – М.: Наука, 1986. – 256 с.
9. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
10. Готтфрид К., Вайскопф В. Концепции физики элементарных частиц. – М.: Мир, 1988, 240 с.
11. Кейн Г. Современная физика элементарных частиц. – М.: Мир, 1990. – 358 с.
12. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 428 с.
13. Ахієзер О.І., Бережний Ю.А. Теорія ядра. Київ, Вища школа, 1995. – 256 с.
14. Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика. – 8-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2002. – 288 с.
15. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
16. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – 7-е изд., стереотип.– М.: БИНОМ, Лаборатория Знаний, 2007. – 431 с.
17. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Астрель; АСТ, 2001. – 319 с.
18. Сивухин Д.В. Общий курс физики: В 5 т. Т.5 : Атомная и ядерная физика. – М.: Изд-во МФТИ; Физматлит, 2002. – 784 с.

Інформаційні ресурси

Навчальні матеріали кафедри експериментальної фізики

https://kef.univer.kharkov.ua/navch_materialy.html

Лекційні демонстрації з оптики

https://www.youtube.com/user/NRNUMEPHI/playlists?flow=grid&view=50&shelf_id=10

Лекційні демонстрації з атомної та ядерної фізики

https://www.youtube.com/user/NRNUMEPHI/playlists?flow=grid&view=50&shelf_id=11