



Фізика. Частина 2

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	- ЕЛЕКТРОННІ МІКРО- І НАНОСИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів: 180 годин (денна: 46 години – лекції, 30 годин – практичні, 14 годин лабораторні, 90 годин – СРС)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен/МКР, РГР
Розклад занять	http://mykpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент, Хіст Вікторія Володимирівна, khist2012@gmail.com , моб. +38(067)861-84-01
Розміщення курсу	https://kzf.kpi.ua/ .

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

Опис навчальної дисципліни.

Дисципліна «Фізика» формує фундамент природничо-наукової освіти, що є критично важливою для підготовки фахівців у галузях інженерії, техніки, інформаційних технологій та прикладних наук. Курс відображає актуальний рівень розвитку фізичної науки та враховує інтеграційні тенденції європейської освітньої системи. Протягом вивчення дисципліни в осінньому семестрі студенти опановують базові поняття та закони класичної механіки, елементи спеціальної теорії відносності, основи електростатики та класичної електродинаміки. Особлива увага приділяється формуванню вмінь аналізувати фізичні явища на основі математичних моделей та інтерпретувати результати у контексті реальних фізичних процесів. Засвоєння курсу сприяє не лише професійному розвитку, але й формує науковий світогляд, критичне мислення та загальну культуру технічного мислення.

Мета дисципліни.

Сформувати у студентів здатність системно мислити в контексті фізичних процесів, аналізувати, моделювати та пояснювати природні явища і технологічні процеси з позицій фундаментальних законів фізики. Освоїти засоби застосування фізичних знань для вирішення прикладних задач, пов'язаних із реальними об'єктами технічної, біомедичної, енергетичної, екологічної та інших сфер. Забезпечити основу для подальшого засвоєння спеціалізованих дисциплін технічного спрямування, розвиток навичок наукової комунікації, технологічної грамотності та міждисциплінарної інтеграції.

Предмет вивчення.

Фізичні моделі, закони та теорії, що описують структуру, властивості і взаємодії матеріальних об'єктів і поля на мікро-, макро- та мегарівнях. Зокрема, механічні, електричні та електромагнітні явища, їх математичне формалізоване описання та зв'язок з реальними прикладними задачами.

Програмні компетентності:

ЗК 01 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК 01 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК 03 Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 03 Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки..

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі освітньої програми)

Навчальна дисципліна «Фізика» є базою, яка забезпечує вивчення циклу технічних дисциплін.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ (змістовий модуль) 1. Електромагнітні коливання та хвилі.

Включає в себе теми:

1. Електромагнітні хвилі.
2. Рівняння Максвелла та електромагнітні хвилі.
3. Плоска електромагнітна хвиля.
4. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Умова–Пойнтінга.
5. Тиск і імпульс електромагнітних хвиль.
6. Випромінювання диполя. Шкала електромагнітних хвиль.
7. Хвильові процеси. Хвильова оптика.
8. Інтерференція світла.
9. Дифракція світла.
10. Поляризація світла. Розповсюдження світла в речовині.

Розділ (змістовий модуль) 2. Квантова фізика.

Включає в себе теми:

1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей світла. Фотон та його характеристики..
2. Елементи квантової механіки
3. Хвильова функція. Її фізичний зміст та властивості.
4. Загальне рівняння Шредінгера.
5. Будова атома
6. Квантова теорія воднеподібних та багатоелектронних атомів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. *Загальний курс фізики. Електрика і магнетизм.* – К.: Техніка, 2001.
2. Кучерук І. М., Горбачук І. Т., Луцик П.П. *Загальний курс фізики. т.3. Оптика. Квантова фізика.* 1999
3. Кібець І. М. Загальна фізика з прикладами і задачами. Ч. II. Електрика та магнетизм: навч. посібник / І. М. Кібець, А. І. Рибалка, В. О. Стороженко. — Х. : Компанія СМІТ, 2009. — 424 с.
4. Кібець І. М. Загальна фізика з прикладами і задачами. Ч. III, т. 1. Оптика : навч. посібник / І. М. Кібець, А. І. Рибалка, В. О. Стороженко. — Х. : Компанія СМІТ, 2014. — 232 с.
5. Кібець І. М. Загальна фізика з прикладами і задачами : навч. посіб. Ч. 3 : Квантова та атомна фізика. Фізика твердого тіла. Ядерна фізика. Т. 2 / І. М. Кібець, А. І. Рибалка, В. О. Стороженко. – Харків : СМІТ, 2014. – 304 с.
6. Атомна, ядерна фізика та елементи квантової механіки : текст лекцій / М. В. Висоцький. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2020. – 189 с.
7. Булавін Л.А., Тартаковський В.К. Ядерна фізика: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.:Знання, 2005. – 439 с. – (Вища освіта ХХІ століття)
8. Русаков В.Ф. Загальна фізика. Фізика атома. Розв'язання задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 104 «Фізика та астрономія» – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 43 с.
9. Збірник задач із загальної фізики: навчальний посібник для студентів інженерно – технічних спеціальностей/ КПІ ім. Ігоря Сікорського, укладачі В.П. Бригінець, І.М. Репалов, Л.П. Пономаренко, Н.О. Якуніна - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 230 с.

Допоміжна література

1. Irodov I.E. *Problems in General Physics.* – Moscow: Mir Publishers, 1988.
2. Halliday D., Resnick R., Walker J. *Fundamentals of Physics.* – Wiley, останні видання.

Інформаційні ресурси

1. **Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського** – <http://library.kpi.ua>
2. **Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського** – <http://www.nbuv.gov.ua>
3. **Електронний кампус КПІ ім. Ігоря Сікорського** – методичне забезпечення до кредитного модуля «Фізика»: <http://login.kpi.ua>
4. **Платформа дистанційного навчання "Сікорський", MOODLE** – <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=576>
5. **Платформа Google Classroom** – методичне забезпечення: <https://classroom.google.com/u/0/c/MTYxOTA4MDY3Nzcx>

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття призначені для засвоєння студентами основної частини теоретичного матеріалу по тематиці дисципліни. Основна форма проведення – аудиторне заняття. Під час проведення лекційних занять застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: проблемний виклад, дискусія, навчальні дебати.

Для вдосконалення процесу викладення матеріалу, а також для забезпечення можливості дистанційного засвоєння матеріалу використовуються наступні інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів: електронні презентації для лекційних занять, відеолекції, інтернет-семінари.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Електромагнітні хвилі. Передумови виникнення електромагнітних хвиль. Узагальнення рівнянь Максвелла. Роль струму зміщення у доведенні існування хвильових розв'язків. Виведення хвильових рівнянь для $\vec{E}$ та $\vec{B}$. Плоска електромагнітна хвиля у вакуумі. Рівняння плоскої гармонічної хвилі. Характеристики: довжина хвилі, частота, фазова швидкість. Перпендикулярність векторів $\vec{E}$, $\vec{B}$ та напрямку поширення хвилі. Література: [2], 14.1; [3], 12.1, 12.2.
2	Енергія електромагнітної хвилі. Хвильові поверхні та фазова швидкість. Монохроматична хвиля. Рівняння монохроматичної хвилі. Амплітуда, фаза, поляризація (лінійна, кругова, еліптична). Енергія та перенесення енергії. Густина потоку енергії електромагнітного поля. Потік енергії, вектор Пойнтінга. Інтенсивність електромагнітної хвилі. Тиск і імпульс електромагнітних хвиль. Випромінювання диполя. Шкала електромагнітних хвиль. Література: [2], 14.2; [3], 12.3.-12.6
3	Розповсюдження електромагнітних хвиль у середовищах. Діелектрик, провідник, вакуум. Швидкість поширення та згасання хвиль. Комплексна діелектрична проникність і показник заломлення. Відбиття, заломлення та дифракція електромагнітних хвиль. Граничні умови на межі середовищ. Закон відбиття та закон Снеліуса для електромагнітних хвиль.
4	Хвильова Оптика. Інтерференція світла. Місце хвильової оптики в курсі фізики. Хвильові властивості світла та їх прояви. Світло як електромагнітна хвиля. Принцип суперпозиції світлових хвиль. Додавання коливань і хвиль. Явище інтерференції світла. Часова і просторова когерентність. Час і довжина когерентності. Одержання когерентних пучків світла поділом хвильового фронту. Одержання когерентних пучків світла методом поділу амплітуди Література: [2], 3.1 - 3.4; [4], 2.1 - 2.5.

	<i>Самостійна робота:</i> Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри Література: [2], 3.6; [4], 2.7, 2.8.
5	Спостереження двопроменевої інтерференції. Отримання когерентних світлових пучків, інтерференційні схеми. Інтерференція від двох когерентних джерел. Дослід Юнга: схема, виведення умови інтерференційних максимумів і мінімумів. Поняття інтерференційних смуг, залежність від довжини хвилі та геометрії схеми. Методи одержання когерентних пучків. Інтерференція в тонких пластинах. Клиноподібна пластина. Література: [2], 3.5; [4], 2.6. <i>Самостійна робота:</i> Практичне застосування інтерферометрії (наприклад, у сучасній техніці: лазери, телекомунікації, вимірювання надмалих відстаней).
6	Дифракція світла. Дифракція хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Фізичний зміст поняття «зона Френеля». Дифракція Фраунгофера на одній щілині. Умова мінімумів та максимумів. Інтенсивність у дифракційній картині, аналітичний вираз. Порівняння з інтерференцією двох щілин. Література: [2], 4.1, 4.2; [4], 3.1, 3.2, 3.5. <i>Самостійна робота:</i> Практичні застосування дифракції. Визначення довжини хвилі світла. Залежність роздільної здатності оптичних приладів від дифракції. Приклади з мікроскопії, телескопії, лазерної оптики. Література: [2], 4.5; [4], 3.9.
7	Дифракція на оптичній ґратці та на кристалах. Поняття дифракційної ґратки, конструкція та основні параметри, умови максимумів інтенсивності. Порівняння з дифракцією на щілині. Дифракція Фраунгофера на одновимірній ґратці. Виведення умови максимумів. Інтенсивність та розподіл світла. Поняття про роздільну здатність дифракційної ґратки (критерій Релея, формула Релея). Дифракція на кристалах як тривимірна ґратка. Література: [2], 4.3, 4.4; [4], 3.5, 3.6. <i>Самостійна робота:</i> Дифракція рентгенівських променів на кристалах. Особливості взаємодії рентгенівського випромінювання з атомними площинами. Формула Вульфа–Брегга. Основні методи рентгеноструктурного аналізу (метод Лауе, метод обертання кристала, порошковий метод). Застосування у фізиці та матеріалознавстві. Література: [4], 3.7, 3.8.
8	Поляризація світла. Розповсюдження світла в речовині. Природне (неполяризоване) світло. Види поляризації: лінійна, кругова та еліптична поляризація. Частково поляризоване світло, ступінь поляризації. Закон Малюса. Методи отримання поляризованого світла. Поляризація світла при відбиванні та заломленні. Кут Брюстера та його практичне застосування (антиблікові окуляри, фотографія, дисплеї). Література: [2], 5.1, 5.3 - 5.6; [4], 4.1 – 4.3. <i>Самостійна робота:</i> Двозаломлення та його застосування. Анізотропні кристали. Звичайний і незвичайний промені. Оптичні пристрої на основі двозаломлення (пластини $\lambda/2$, $\lambda/4$, полярископ). Використання поляризації у фізиці та техніці (LCD-дисплеї, лазери, дослідження напруг у матеріалах). Література: [2], 5.2; [4], 4.4, 4.5.

9	Дисперсія світла. Дисперсія та розсіювання світла. Феномен дисперсії, залежність показника заломлення від довжини хвилі. Нормальна та аномальна дисперсія. Пояснення дисперсії у межах класичної електронної теорії. Фізична природа розсіювання (нерівномірності середовища, флуктуації густини). Релеївське розсіювання, мієве розсіювання. Ефект Вавилова–Черенкова. Умови виникнення ефекту. Кут випромінювання та його залежність від швидкості частинки. Використання ефекту: детектори частинок, ядерна фізика, астрофізика. Література: [2], 6.1, 6.2, 6.5, 6.7; [4], 4.6 – 4.10. <i>Самостійна робота:</i> Спектральні прилади: призма, дифракційна ґратка. Практичні наслідки дисперсії (райдуга, спектроскопія, оптоволоконні системи). Практичні приклади: лазери в тумані, діагностика плазми, медицина. Література: [4], 4.4, 4.6.
10	Квантова оптика. Фотони. Межі застосування класичної оптики. Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей світла. Фотон та його характеристики. Фотоелектричний ефект. Закони фотоефекту. Квантова теорія фотоефекту. Література: [2], 9.4, 9.1, 9.2; [4], 5.6 - 5.8. <i>Самостійна робота:</i> Сфери застосування квантової фізики. приклади застосування квантової фізики. Орієнтовні напрями: фотоніка; лазери та оптоволоконні системи; квантова криптографія та квантові комп'ютери; медичні технології (ПЕТ-сканування, лазерна хірургія); нанотехнології та сенсори.
11	Ефект Комптона. Проблема пояснення розсіювання рентгенівських променів у речовині. Класична електродинаміка та хвильова оптика: чого не вистачало для пояснення дослідів. Дослід Артура Комптона: спостереження зміщення довжини хвилі рентгенівського випромінювання після розсіювання на електронах. Класична теорія розсіювання (Томсонівське розсіювання). Квантове пояснення Комптона. Розсіювання фотона на вільному електроні як еластичне зіткнення двох частинок. Виведення формули Комптона. Аналіз результатів. Значення ефекту Комптона. Експериментальне підтвердження корпускулярних властивостей світла. Підтвердження існування фотонів як квантів електромагнітного поля з імпульсом. Практичне застосування: діагностика структури речовини, медична фізика, астрофізика (комптонівське розсіювання у космічних середовищах). Література: [2], 10.2; [4], 5.10.
12	Квантова та атомна фізика. Хвилі де-Бройля. Хвилі де Бройля. Постулат де Бройля, фізичний зміст. Елементи квантової механіки. Необхідність квантового опису мікросвіту, відмінність класичного та квантового підходів. Хвильові властивості мікрочастинок. Аналогія хвиль світла і хвиль де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга та його наслідки. Математичне формулювання співвідношення. Фізичний зміст невизначеностей. Література: [2], 12.1, 12.2; [5], [6], с.44-54 <i>Самостійна робота:</i> Дифракція мікрочастинок: експериментальні підтвердження хвильових властивостей електронів, нейтронів, атомів. Значення дифракційних методів у фізиці та матеріалознавстві.

13	Хвильова функція частинки. Хвильова функція. Основні властивості хвильової функції. Загальне рівняння Шредінгера. Одновимірне рівняння Шредінгера. Хвильова функція як розв'язок рівняння. Приклади: вільна частинка, частинка в нескінченній прямокутній ямі. Роль рівняння Шредінгера в сучасній фізиці. Література: [2], 12.3, 12.4; [5], [6], с.56-65
14	Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Тунельний ефект. Постановка задачі. Квантово-механічний підхід: ймовірність проходження крізь бар'єр. Використання стаціонарного рівняння Шредінгера для опису. Аналітичний розгляд тунелювання. Розв'язок рівняння Шредінгера в області бар'єра. Експоненційний спад хвильової функції всередині бар'єра. Коефіцієнти відбиття та проходження. Фізичний зміст тунельного ефекту Ймовірність проникнення частинки крізь заборонену область. Приклади проявів тунельного ефекту в природі та техніці Література: [2], 12.4; [5], [6], с.67-79 <i>Самостійна робота:</i> Робота тунельних діодів і транзисторів.
15	Будова атома. Перші моделі будови атома. Дослід Резерфорда. Спектр атома водню. Дослідні дані: серії спектральних ліній (Лаймана, Бальмера, Пашена). Формула Бальмера та узагальнення Рідберга. Значення спектроскопії для пізнання будови атома. Модель атома Бора. Дослід Франка і Герца. Доказ існування дискретних енергетичних рівнів атома. Значення дослідження для підтвердження квантової теорії. Література: [2], 13.1-13.4; [5], [6], с.29-43 <i>Самостійна робота:</i> Опрацювання спектральних серій водню.
16	Квантова теорія воднеподібних та багатоелектронних атомів. Квантово-механічна теорія воднеподібного атома. Механічний і магнітний моменти електрона. Спін електрона. Тонка структура спектрів. Спін –орбітальна взаємодія. Повний момент імпульсу електрона. Література: [2], 12.4; [5], [6], с.87-101
17	Теорія багатоелектронних атомів. Ефект Зеємана. Атом в магнітному полі. Принцип Паулі. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва. Література: [2], 13.6, 13.7; [5], [6], с.102-115
18	Випромінювання та спектри. Атомні спектри. Рентгенівські спектри. Закон Мозлі. Види хімічних зв'язків в молекулах. Обмінна взаємодія. Енергія молекули. Молекулярні спектри. Література: [2], 13.8, 13.9; [5], [6], с.116-125 <i>Самостійна робота:</i> Комбінаційне розсіяння світла. Література: [2], 13.10; [5]
19	Основи ядерної фізики та фізики елементарних частинок. Склад та характеристики атомного ядра. Характеристики ядра: масове число, зарядове число, ізотопи, ізобари, ізотони. Радіус і густина ядра. Дефект маси, енергія зв'язку. Література: [2], 14.1, [6], с.147-158
20	Енергія зв'язку ядра. Ядерні сили та моделі ядра. Визначення енергії зв'язку ядра, питома енергія зв'язку. Графік залежності питомої енергії зв'язку від масового числа. Характер ядерних сил. Моделі ядра. Література: [2], 14.2–14.3, [6], с.159-178

21	Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Відкриття радіоактивності. Види радіоактивних випромінювань: α-, β-, γ-випромінювання. Закон радіоактивного розпаду. Період напіврозпаду. Активність радіоактивних речовин. Література: [2], 14.4, [6], с.159-178 <i>Самостійна робота:</i> Практичне значення радіоактивності (медицина, археологія, енергетика).
22	Ядерні реакції. Поняття ядерної реакції. Баланс енергії (закон збереження енергії та імпульсу). Реакції поділу і синтезу. Ланцюгові реакції. Критична маса. Принцип роботи ядерних реакторів та термоядерного синтезу. Література: [2], 14.5,], [6], с.159-178 <i>Самостійна робота:</i> Енергетичні проблеми людства.
23	Фізика елементарних частинок. Види фундаментальних взаємодій: сильна, слабка, електромагнітна, гравітаційна. Класифікація елементарних частинок: лептони, адрони (мезони, баріони). Закони збереження (заряду, енергії, імпульсу, лептонного і баріонного числа, парності). Античастинки (відкриття позитрона). Кваркова модель адронів. Література: [2], 15.1–15.5, [6], с.178-186 <i>Самостійна робота:</i> Перспективи сучасної фізики елементарних частинок.

Практичні заняття

Для набуття основних навичок практичного використання теоретичного матеріалу, що був отриманий студентами на лекційних заняттях проводяться практичні заняття з розв’язування фізичних задач. Основні завдання циклу практичних занять:

- закріплення засвоєння змісту лекційного матеріалу;
- засвоєння методів аналізу фізичних явищ;
- вироблення вміння обчислень фізичних величин за аналітичними виразами;
- вироблення вміння застосовувати математичний апарат для вирішення певних фізичних задач.

В весняному семестрі передбачається 15 практичних занять: 7 з тем розділу «Хвильова оптика», 7 занять з тем розділу «Квантова фізика», 1 практичне заняття відводиться для написання модульної контрольної роботи.

Під час проведення практичних занять також застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод, «мозковий штурм», навчальні дебати.

№ з/п	Назва практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Плоска монохроматична електромагнітна хвиля. Загальні властивості електромагнітних хвиль. - Розв'язування задач на поширення хвиль у вакуумі та середовищах. - Приклади інженерних застосувань.	2
2	Енергія та потік енергії електромагнітного поля. Вектор Пойнтінга. - Задачі на визначення інтенсивності випромінювання. - Приклад: енергетичний потік у антенних системах.	2
3	Хвильові властивості світла. Інтерференція. Обчислення інтерференційних максимумів і мінімумів.	2
4	Хвильові властивості світла. Інтерференція. Задачі на тонкі плівки	2
5	Дифракція Френеля, метод зон Френеля. Дифракція на круглому отворі або диску.	2
6	Дифракція Фраунгофера на щілині та на одновимірній плоскій ґратці.	
7	Поляризація світла. Закон Малюса. Ступінь поляризації.	2
8	Модульна контрольна робота із навчального модуля “Хвильова оптика”.	2
9	Квантові властивості випромінювання. Фотони. Фотоефект.	2
10	Гальмівне випромінювання. Ефект Комптона.	2
11	Хвилі де-Бройля. Співвідношення невизначеності Гайзенберга.	2
12	Хвильова функція та рівняння Шредінгера. Хвильова функція, імовірнісний зміст і властивості. Рівні енергії частинки в потенціальній ямі.	2
13	Будова атома. Моделі Резерфорда і Бора. - Задачі на спектр водню. - Енергії рівнів та переходів.	2
14	Атомне ядро. Енергія зв'язку та ядерні реакції. - Обчислення дефекту мас та енергії зв'язку. - Задачі на α-, β-, γ-розпади.	2
15	Елементарні частинки. Кваркова модель. Закони збереження. - Приклади реакцій з елементарними частинками. - Використання законів збереження в розрахунках.	2

Лабораторні заняття

Мета лабораторного практикуму:

- наочне підтвердження фізичних законів;
- набуття елементарних навичок наукового дослідження;
- ознайомлення студентів із сучасною вимірювальною апаратурою;
- освоєння студентами методів обробки і оцінки достовірності експериментальних результатів;
- забезпечення зв'язку практикуму з лекційним курсом і практичними заняттями з фізики.

Виконання лабораторного завдання складається із попередньої підготовки, проведення лабораторного експерименту і складання звіту про результати роботи. Лабораторні роботи виконуються відповідно до семестрового графіка. Для закріплення навичок практичного використання засвоєного теоретичного матеріалу в весняному семестрі передбачається проведення 6 лабораторних робіт за наступними темами:

№ з/п	Назва лабораторної роботи	
	Вступне заняття	2
1	Вивчення інтерференції світла (біпризма Френеля).	2
2	Вивчення дифракції на дифракційній ґратці.	2
3	Вивчення поляризованого світла.	2
4	Дослідження зовнішнього фотоефекту.	2
5	Вивчення оптичного спектра атомарного водню.	2
8	Колоквіум	2

2. Самостійна робота студента

З метою чіткої організації самостійної роботи студентів і задля підвищення якості засвоєння навчального матеріалу та вироблення початкового досвіду інженерних розрахунків передбачені індивідуальне завдання у формі розрахунково-графічної роботи на тему: «Дифракція світла».

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Енергія коливань в ідеальному контурі. Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри	4
2	Практичне застосування інтерферометрії (наприклад, у сучасній техніці: лазери, телекомунікації, вимірювання надмалих відстаней).	3
3	Практичні застосування дифракції. Визначення довжини хвилі світла. Залежність роздільної здатності оптичних приладів від дифракції. Приклади з мікроскопії, телескопії, лазерної оптики.	10
4	Дифракція рентгенівських променів на кристалах. Особливості взаємодії рентгенівського випромінювання з атомними площинами. Формула Вульфа–Брегга. Основні методи рентгеноструктурного аналізу (метод Лауе, метод обертання кристала, порошковий метод). Застосування у фізиці та матеріалознавстві.	6
5	Двозаломлення та його застосування. Анізотропні кристали. Звичайний і незвичайний промені. Оптичні пристрої на основі двозаломлення (пластини $\lambda/2$, $\lambda/4$, полярископ). Використання поляризації у фізиці та техніці (LCD-дисплеї, лазери, дослідження напруг у матеріалах). Двозаломлення та його застосування. Анізотропні кристали. Звичайний і незвичайний промені. Оптичні пристрої на основі двозаломлення (пластини $\lambda/2$, $\lambda/4$, полярископ). Використання поляризації у фізиці та техніці (LCD-дисплеї, лазери, дослідження напруг у матеріалах).	6
6	Спектральні прилади: призма, дифракційна ґратка. Практичні наслідки дисперсії (райдуга, спектроскопія, оптоволоконні системи). Практичні приклади: лазери в тумані, діагностика плазми, медицина. Спектральні прилади: призма, дифракційна ґратка. Практичні наслідки дисперсії (райдуга, спектроскопія, оптоволоконні системи). Практичні приклади: лазери в тумані, діагностика плазми, медицина.	6
7	Сфери застосування квантової фізики. приклади застосування квантової фізики. Орієнтовні напрями: фотоніка; лазери та оптоволоконні системи; квантова криптографія та квантові комп'ютери; медичні технології (ПЕТ-сканування, лазерна хірургія); нанотехнології та сенсори. Сфери	4

	застосування квантової фізики. приклади застосування квантової фізики. Орієнтовні напрями: фотоніка; лазери та оптоволоконні системи; квантова криптографія та квантові комп'ютери; медичні технології (ПЕТ-сканування, лазерна хірургія); нанотехнології та сенсори.	
8	Дифракція мікрочастинок: експериментальні підтвердження хвильових властивостей електронів, нейтронів, атомів. Значення дифракційних методів у фізиці та матеріалознавстві. Дифракція мікрочастинок: експериментальні підтвердження хвильових властивостей електронів, нейтронів, атомів. Значення дифракційних методів у фізиці та матеріалознавстві.	4
9	Підготовка до виконання РГР: Дифракція світла.	8
10	Робота тунельних діодів і транзисторів.	4
11	Опрацювання спектральних серій водню. Опрацювання спектральних серій водню.	4
12	Комбінаційне розсіяння світла.	4
13	Практичне значення радіоактивності (медицина, археологія, енергетика). Практичне значення радіоактивності (медицина, археологія, енергетика).	4
14	Енергетичні проблеми людства. Енергетичні проблеми людства.	5
15	Перспективи сучасної фізики елементарних частинок.	6
16	Підготовка до модульної контрольної роботи.	4
17	Підготовка до екзамену	8

3. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- політика дедлайнів та перескладань: якщо аспірант не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання МКР здійснюється за узгодженням з викладачем;
- політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Фізика»;
- 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.

4. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

1. 5 лабораторних робіт;
2. 1 модульну контрольну роботу;
3. 1 розрахунково-графічну роботу;
4. відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Лабораторні роботи

У другому семестрі передбачено проведення **5 лабораторних робіт** відповідно до програми навчальної дисципліни.

Оцінювання здійснюється таким чином:

- повністю правильне виконання роботи (відсутність помилок в аналітичних і числових обчисленнях, коректно побудовані графіки) – **5 балів**;
- незначні помилки в числових значеннях або відповідь на теоретичні запитання з дрібними неточностями – **4 бали**;
- виконання роботи з грубими помилками – **3 бали**;
- невиконана робота – **0 балів**.

Таким чином, за виконання всіх лабораторних робіт студент може отримати максимально **25 балів**.

Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота містить **3–4 задачі**, кожна з яких оцінюється в **2, 3 або 4 бали** (залежно від складності, що зазначено у білеті). Максимальна кількість балів за модульну контрольну – **10**, мінімальна кількість для зарахування – **5**.

Критерії оцінювання:

- повністю правильний розв'язок (коректне оформлення даних із переведенням у систему СІ, чіткий рисунок із позначенням векторних величин, правильний фізичний розрахунок, відсутність помилок у числових обчисленнях та одиницях вимірювання) – **максимальна кількість балів**;
- наявні лише помилки в обчисленнях чи розмірності – **мінус 1 бал**;
- правильні основні формули і закони, але помилки у перетвореннях, що призвели до невірної розв'язку – **мінус 1–2 бали**;
- відсутній розв'язок, але записані основні формули і закони – **мінус 2–3 бали**;
- відсутній розв'язок, але коректно подані вихідні дані, умова задачі та рисунок – **мінус 2–3 бали**;
- відсутні як розв'язок, так і фізичні співвідношення, але є лише оформлені вихідні дані – **мінус 2–3 бали**;
- повна відсутність записів – **0 балів**.

Розрахунково-графічна робота

Розрахунково-графічна робота оцінюється максимально в **15 балів**. Робота зараховується, якщо студент отримав щонайменше **7 балів**.

Критерії оцінювання:

- повністю правильне виконання (без помилок у формулах та числових розрахунках, коректні графіки) – **15 балів**;
- незначні помилки в числових значеннях параметрів або вказані/невказані одиниці вимірювання, які не вплинули на вигляд графіка – **13 балів**;
- помилково обчислені параметри, що призвели до неправильного вигляду графіка – **10 балів**;
- наявність серйозних помилок в аналітичних виразах, що роблять розв'язок некоректним – робота повертається на доопрацювання; після виправлення зараховується на рівні **7 балів**.

За кожний тиждень прострочення подання розрахункової роботи на перевірку знімається **1 бал**.

Екзамен

Екзамен складається з **двох теоретичних запитань і однієї задачі**. Теоретичні запитання виконуються письмово з подальшим усним захистом. Задача виконується письмово. Приклади задач подано в методичних рекомендаціях.

Критерії оцінювання розв'язку задачі:

- бездоганний розв'язок – **10 балів**;
- наявність помилок у числових розрахунках чи використанні розмірностей – **8 балів**;
- помилки у перетворенні фізичних формул – **6 балів**;
- відсутній розв'язок, але записані коректні фізичні формули – **4 бали**;
- наведена лише умова та рисунок – **1 бал**;
- відсутнє будь-яке оформлення – **0 балів**.

Сума набраних балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею 1.

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

5. Додаткова інформація з дисципліни

Особлива увага в лекційному курсі та під час проведення практичних занять приділяється засвоєнню студентами **фундаментальних фізичних законів**, умінню аналізувати їх прояв у конкретних ситуаціях (у задачах прикладного та інженерного змісту). Кількість і рівень задач мають відображати найбільш важливі аспекти теми. Важливо, щоб студенти:

- правильно застосовували математичний апарат,
- добре володіли системами фізичних одиниць,
- уміли аналізувати результати не лише кількісно, а й якісно.

Під час викладу окремих тем рекомендується приділяти підвищену увагу таким питанням:

Теми 1- 9. Загальні характеристики хвильових процесів і їх прояв на прикладі електромагнітних хвиль. У курсі хвильової оптики підкреслюється значення інтерференції та дифракції світла. Окремо розглядається поняття когерентності та причини некогерентності природного світла.

Тема 10,11. Неможливість повного пояснення квантово-оптичних явищ лише в межах хвильової концепції випромінювання.

Тема 12. Корпускулярно-хвильовий дуалізм як фундаментальна властивість матерії. Фізичний зміст принципу невизначеності Гейзенберга.

Теми 13,14. Розв'язання рівняння Шредингера для частинки в одновимірній нескінченно глибокій потенціальній ямі як приклад, що демонструє принципові особливості поведінки квантових систем. Аналіз атома водню як квантової системи підтверджує, що квантова механіка адекватно пояснює його властивості.

Тема 16,17. Спін електрона як пояснення фактів, які виходять за межі механіки Шредингера. Взаємозв'язок між спіном та статистичною поведінкою квантових частинок. Спрощений розгляд багатоелектронних атомів дозволяє показати, що принцип побудови таблиці Менделєєва ґрунтується на законах квантової фізики.

Перелік екзаменаційних теоретичних запитань з навчальної дисципліни «Фізика» за весняний семестр:

1. Електромагнітна хвиля: рівняння, характеристики монохроматичної хвилі, хвильові поверхні, фазова швидкість.
2. Енергія електромагнітної хвилі, густина потоку енергії, вектор Пойнтінга, інтенсивність хвилі.
3. Інтерференція світлових хвиль: умови когерентності, умови максимумів і мінімумів, приклади інтерференційних схем.
4. Дифракція світла: принцип Гюйгенса–Френеля, дифракція Фраунгофера на щілині та на дифракційній ґратці.
5. Поляризація світла: види поляризації, ступінь поляризації, закон Малюса. Поляризація при відбиванні та при двозаломленні.
6. Дисперсія світла: фазова і групова швидкості, електронна теорія дисперсії.
7. Класичні обмеження та поява квантової фізики. Зовнішній фотоефект і рівняння Ейнштейна.
8. Фотони: енергія, імпульс, тиск світла. Ефект Комптона та його пояснення.
9. Рентгенівське випромінювання: гальмівне та характеристичне. Закон Мозлі.
10. Теплове випромінювання: абсолютно чорне тіло, закон Кірхгофа, формули Релея–Джинса, Планка, закон Стефана–Больцмана.
11. Хвильові властивості речовини: гіпотеза де-Бройля, принцип невизначеностей Гайзенберга.
12. Хвильова функція: імовірнісний зміст, властивості. Часове і стаціонарне рівняння Шрьодінгера, стаціонарні стани.
13. Квантові моделі: нескінченно глибока потенціальна яма, гармонічний осцилятор, тунельний ефект.
14. Атом водню: постулати Бора, спектральні серії. Рівняння Шрьодінгера для атома водню, квантові числа, енергетичний спектр.
15. Квантові характеристики атома: квантування моменту імпульсу і магнітного моменту, магнетон Бора, виродження рівнів.
16. Спін електрона, спін-орбітальна взаємодія, мультиплетність спектрів.
17. Багатоелектронні атоми: одноелектронне наближення, енергетичний та оптичний спектри, електронні оболонки, періодична система елементів.

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено:

доцент кафедри загальної фізики, канд. фіз.-мат. наук, доцент. Хіст Вікторія
асистент кафедри загальної фізики Ляшенко Тетяна.

Ухвалено кафедрою загальної фізики

(протокол засідання кафедри № 6 від 26.06.2025 р.).

Погоджено Методичною Радою ФМФ

(протокол № 10 від 27.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ФЕЛ

(протокол № 06/2025 від 26.06.2025 р.)