Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра загальної фізики

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА-5. ФІЗИКА АТОМА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	**Перший (бакалаврський)**
Галузь знань	Е Природничі науки, математика і статистика
Спеціальність	Е5 Фізика та астрономія
Освітня програма	Комп'ютерне моделювання фізичних процесів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів, 180 годин (54 годин – лекції, 36 годин – практичні, 18 годин – лабораторні)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доцент Іванова Ірина Михайлівна, im_ivan@ukr.net., моб. +38(097)174-78-31 Практичні: доцент Іванова Ірина Михайлівна, im_ivan@ukr.net., моб. +38(097)174-78-31 Лабораторні: доцент Іванова Ірина Михайлівна, im_ivan@ukr.net., моб. +38(097)174-78-31
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua https://do.ipo.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Опис дисципліни. Під час навчання курсу «Загальна фізика-5. Фізика атома» студенти отримають теоретичну підготовку в області фізики, набудуть навичок правильного розуміння меж застосування фізичних понять, законів та теорій, що дозволить у майбутньому орієнтуватись в потоці наукової і технічної інформації. На практичних заняттях навчаться розв'язувати практичні задачі, зокрема застосовувати математичний апарат для вирішення певних фізичних задач. На лабораторних заняттях студенти оволодіють навичками роботи з електричними приладами, апаратурою та вимірювальною технікою. Передбачено контроль якості отриманих знань у вигляді модульної контрольної роботи.

Мета навчальної дисципліни – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання основних понять і законів фізики атома в фізичних дослідженнях.

Предмет навчальної дисципліни: фундаментальні закономірності будови атома , його взаємодія з іншими тілами та видами матерії.

.

Дисципліна «Загальна фізика-5. Фізика атома» належить до циклу дисциплін професійної підготовки і вивчається студентами в 6-му семестрі навчання за спеціальністю 104 Фізика та астрономія. Ця дисципліна є одною зі складових курсу загальної фізики, який є неодмінною частиною класичної програми підготовки спеціалістів в області фізики, і спрямована на формування у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно процесів, явищ та законів фізики атома. Зокрема,

ЗДАТНІСТЬ:

- опановувати основні положення фізики атома;
- використовувати основи фізики атома для опису спектрів випромінювання та поглинання атомів, молекул та суцільних тіл.
- застосовувати апарат квантової механіки для дослідження елементарних частинок в різних полях, електронної структури атомів та молекул
- описувати та досліджувати процеси розсіяння частинок на атомах та молекулах.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- змісту основних законів випромінювання в фізиці атома;
- змісту основних законів розсіяння частинок в фізиці атома;
- основних закономірностей формування електронної оболонки атомів
- основних ефектів впливу полів на атом;
- основних рівнянь квантової механіки;
- методик розв'язання задач з електродинаміки

УМІННЯ:

- аналізувати навчальну та навчально-методичну літературу, використовувати її в навчальному процесі;
- визначати оптимальну методику розв'язання задач та постановки дослідів з фізики атома;
- визначати необхідні для розв'язання задач допоміжні параметри;
- аналізувати та інтерпретувати отримані результати розв'язання задач;
- застосовувати отримані в лабораторних роботах результати для підтвердження чи спростування теоретичних закономірностей;
- викладати матеріал логічно та послідовно.

Програмні результати навчання.

Компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5.Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК8.Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК9.Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

ФК1.Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2.Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК3.Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК4.Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК6.Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК7.Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

ФК8.Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.

ФК9.Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК10.Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

ФК11.Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень.

ФК13.Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.

ФК14.Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.

ФК15.Дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПРН2.Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.

ПРН3.Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПРН4.Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.

ПРН5.Знати, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.

ПРН7.Знати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.

ПРН8.Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, зокрема правила роботи з певними видами обладнання та речовинами, правила захисту персоналу від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

ПРН9.Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання. ПРН10.Вміти планувати дослідження, обирати оптимальні методи та засоби досягнення мети дослідження, знаходити шляхи розв'язання наукових завдань та вдосконалення застосованих методів.

ПРН11.Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

ПРН16.Вміти самостійно навчатися та підвищувати рівень своєї кваліфікації.

ПРН17.Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії

ПРН18.Вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.

ПРН19.Вміти пояснити місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство, у розвитку суспільства, техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

ПРН21.Вміти самостійно приймати рішення стосовно своєї освітньої траєкторії та професійного розвитку

ПРН24.Вміти використовувати знання з техніки безпеки при проведенні експериментальних досліджень, правила захисту персоналу від дії чинників, небезпечних для здоров'я людини. ПРН25.Вміти проводити теоретичні або експериментальні наукові дослідження що виконуються індивідуально або у складі наукової групи.

ПРН26. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення даного кредитного модуля базується на дисциплінах «Загальна фізика. Механіка», «Загальна фізика. Молекулярна фізика», «Загальна фізика. Електрика та магнетизм», «Загальна фізика. Оптика», «Математичний аналіз», «Диференціальні та інтегральні рівняння», «Методи математичної фізики». Знання, отримані студентами з курсу Фізика атома, використовуються в курсах ««Загальна фізика. Фізика ядра».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розділена на 6 розділів.

Розділ 1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм електромагнітного випромінювання

Тема 1.1. Теплове випромінювання та квантова гіпотеза. Ультрафіолетова катастрофа при народженні Всесвіту.

Тема 1.2. Квантові процеси взаємодії світла з речовиною.

Тема 1.3 Взаємодія рентгенівського випромінювання з речовиною. Нетеплові механізми випромінювання в астрофізиці.

Розділ 2. Дискретність атомних станів

Тема 2.1 Ядерна модель атома Резерфорда
Тема 2.2 Атомні спектри
Тема 2.3 Досліди Франка-Герца. Постулати Бора
Тема 2.4 Борівська теорія для багатовимірних задач
Розділ 3. Основні положення квантової механіки
Тема 3.1 Хвиля де Бройля
Тема 3.2 Співвідношення невизначеностей та їх фізичні наслідки
Тема 3.3 Основні поняття квантової механіки
Тема 3.4 Хвильове рівняння Шрьодінгера
Тема 3.5 Найпростіші задачі квантової механіки
Тема 3.6 Тунельні ефекти
Розділ 4. Спектри та електронні оболонки атомів
Тема 4.1 Квантова фізика атома. Атом водню
Тема 4.2 Наслідки задачі атома водню.
Тема 4.3 Воднеподібні атоми і системи
Тема 4.4 Лужні метали
Тема 4.5 Магнетизм атомів
Тема 4.6 Спін. Електронна оболонка воднеподібних атомів
Тема 4.7 Структура і спектри складних атомів. Елементи теорії атомних спектрів в теоретичній астрофізиці
Тема 4.8 Періодична система елементів. Особливості заповнення електронних оболонок. Народження важких елементів в ядрах зір.
Тема 4.9 Спектральна класифікація зір
Розділ 5 Атом у зовнішньому полі
Тема 5.1 Ефект Зеємана в фізиці атома та теоретичній астрофізиці
Тема 5.2 Ефект Штарка в фізиці атома та теоретичній астрофізиці
Тема 5.3 Поглинання та випромінювання світла. Основи спектрального аналізу в астрофізиці
Тема 5.4 Ефект Доплера в астрофізиці
Розділ 6. Молекули і кристали
Тема 6.1 Йонний та ковалентний зв'язки між атомами
Тема 6.2 Молекулярні спектри

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Кобушкін О.П. Атомна фізика- К., КПІ ім. Ігоря Сікорського 2018
2. Бродин О.М. Теоретична фізика. Квантова механіка Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
3. Клубіс Я.Д. Шкатуляк Н.М.; Деякі питання квантової механіки. Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського. – Одеса : [б. в.], 2018.

Допоміжна література

4. В. Ф. Русаков, В. Г. Пицюга, І. М. Іванова. Загальна фізика. Фізика атома. Розв'язання задач Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.
5. В. П. Бригінець, О. В. Дімарова, Л. П. Пономаренко, І. М. Репалов, Н. О. Якуніна Збірник задач до розділів «Оптика. Квантова фізика. Молекулярна фізика»:-;Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.
6. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Оптика, квантова фізика.– К: Техніка, 2001.
7. Андрієвський С.М., Кузьменков С.Г., Захожай В.А., Климишин І.А. Загальна астрономія. Підручник для вищих навчальних закладів. – ОНУ, 2019

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальна частина дисципліни складена з лекційного матеріалу, практичних занять, лабораторних та контрольних заходів у вигляді МКР. При викладанні дисципліни рекомендується побудувати ознайомлення студентів з предметом таким чином, щоб вони не тільки отримували ту чи іншу інформацію стосовно курсу, який вивчається, але й відчували зв'язок між різними темами кредитного модуля, а також місце модуля серед інших фізичних дисциплін. Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно-орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній фахівець

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	**Розділ 1. Тема 1.1** Теплове випромінювання та його енергетичні характеристики, закон Стефана-Больцмана, формули Релєя-Джінса та Віна, Ультрафіолетова катастрофа при народженні Всесвіту. Квантова гіпотеза та формула Планка [1], 1.1-1.4, [6] 1.1
2	**Розділ 1. Тема 1.2** Елементарні квантові процеси та закони збереження. Зовнішні та внутрішній фотоелектричний ефект, рівняння Ейнштейна для фотоефекту, червона границя фотоефекту, квантова теорія фотоефекту. [1], 1.2, 1.5, 1.6; [2], 1.2.
3	**Розділ 1. Тема 1.3** Ефект Комптона, експерименти. Теорія ефекту Комптона. Нетеплові механізми випромінювання в астрофізиці. [2], 2.1 – 2.6 [1], 1.3. [7] 8.9
4	**Розділ 2. Тема 2.1** Питання вибору моделі атома в історичному контексті, модель Томсона, досліди Резерфорда, формула Резорфорда, планетарна модель атома та несумісність з уявленнями класичної фізики, атомарне число. [2], 3.1 – 3.3; [1], 2.9.
5	**Розділ 2. Тема 2.2** Види випромінювання матерільних тіл. Поняття спектру, та види спектрів. Спектральні терми. Спектральні серії атому водню, узагальнена формула Бальмера, головне квантове число, спектри воднеподібних атомів (іон гелію). [1], 10.1 – 10.3; [2], 4.1.
6	**Розділ 2. Тема 2.3** Ідея дослідів Франка-Герца, схема дослідів, інтерпретація результатів, резонансні потенціали, Постулати Бора. Теорія Бора для колових орбіт. Перший борівський радіус. [1] 2.12, [2] 7.91, [6] 2,5

7	**Розділ 2. Тема 2.4** Теорія Бора-Зоммерфельда для еліптичних стаціонарних орбіт. Азимутальне квантове число. Правила квантування [2], 8.113, 8.114
8	**Розділ 3. Тема 3.1** Явище дифракції електронів на атомах кристалічної гратки. Рівняння де Бройля, довжина хвилі де Бройля. Статистична інтерпретація хвиль де Бройля. Хвильовий пакет і групова швидкість Формула Вульфа –Брегга, врахування заломлення хвиль при вході в кристал та виході з нього. Методи дослідження дифракції рентгенівських променів на атомах (Лауе, Дебая-Шерера, Брегга). [1] 3.17 –3.19
9	**Розділ 3. Тема 3.2** Існування принципових обмежень на точність вимірювання фізичних величин, співвідношення невизначеностей Гейзенберга для координат та компонент імпульсу мікрочастинки, Співвідношення невизначеностей для енергії та часу. [1], 3.5 - 3.7; [2], 2.16.
10	**Розділ 3. Тема 3.3** Що вивчає квантова механіка? Хвильова функція та її фізична інтерпретація, умова нормування хвильової функції. Операторний метод. Оператори фізичних величин та їх властивості, середнє значення фізичної величини. Принцип суперпозиції. [3], 4.2 -4.4,
11	**Розділ 3. Тема 3.4** Стаціонарний стан мікрочастинки, рівняння Шрьодінгера для стаціонарних станів. Стандартні умови, що накладаються на хвильові функції, її неперервність та гладкість. Квантування фізичної величини. Принцип причинності в квантовій механіці та часове рівняння Шрьодінгера. [3], 3.17, 3.18
12	**Розділ 3. Тема 3.5** Вільний рух квантової частинки у відсутності зовнішньої взаємодії. Частинка у прямокутній потенціальній ямі. Вплив розмірності на загальний розв’язок. Метод розділення змінних. [1], 7.1, 7.2. [3], 3.22
13	**Розділ 3. Тема 3.6** Потенційний бар’єр. Проходження частинки у класичну заборонену зону. Тунельний ефект та його типи. Приклади тунельного ефекту другого типу. Прозорість бар’єру [3], 4.28;
14	**Розділ 4. Тема 4.1** Частинка у сферично симетричному полі, зв’язані та незв’язані стани. Рівняння Шрьодінгера, що описує відносний рух електрона і ядра в атомі водню. Кеплерівська задача. Квантові числа, що виникають. Енергетичний спектр атому водню. Основний стан атома [3] 6.36
15	**Розділ 4. Тема 4.2**

	Оператор моменту імпульсу та його власні значення та функції. Квантування моменту імпульсу в атомі водню. Орбітальне та магнітне квантові числа [1], 2.4 – 2.7; [3], 4.26 – 4.28.
16	**Розділ 4. Тема 4.3** Воднеподібні йони. Зміна спектру воднеподібних атомів відносно спектру водню. Ізотопи водню та ізотопічне зміщення частоти спектральних ліній. Схема рівнів воднеподібного атому. Література: [2] 4.12 – 4.14
17	**Розділ 4. Тема 4.4** Власні значення енергії лужних металів. Рідбергівська поправка. Зняття виродження енергетичних рівнів по орбітальному квантовому числу. Спектральні серії в лужних металах Література: [3] 5.34
18	**Розділ 4. Тема 4.5** Правила додавання механічних моментів. Орбітальний магнітний момент електрона. Магнетон Бора. Експериментальне визначення магнітних моментів [1],5.35, [2] 5.21
19	**Розділ 4. Тема 4.6** Досліди Штерна-Герлаха. Гіпотеза Уленбека-Гаудсміта. Спінове квантове число. Рівняння Дірака. Магнітомеханічні ефекти. Повний механічний та магнітний моменти. Фактор Ланде. Тонка структура рівнів воднеподібних атомів. Спін-орбітальна взаємодія. Стала тонкої структури [1] 5.36, [2] 8.54
20	**Розділ 4. Тема 4.7** Елементи теорії атомних спектрів в теоретичній астрофізиці Неводнеподібні атоми. Принцип тотожності однакових частинок. Оператор перестановки частинок. Симетрична та антисиметрична хвильова функція. Принцип Паулі. Бозони та ферміони. Повний момент атому. Зв'язок Рассела-Саундерса. [1], 6.31, [2], 8.80-8.82, [7], 8.5
21	**Розділ 4. Тема 4.8** Правила Хунда. Періодична система елементів. Правила заповнення електронних стані у перших трьох періодах, Лантаноїди та актіноїди. Трансуранові елементи. [1], 6.47; [3], 6.32.
22	**Розділ 5. Тема 5.1** Ефект Зеємана в астрофізиці. Ефект Зеємана у слабкому магнітному полі.. Нормальний ефект Зеємана. Аномальний ефект Зеємана. Схеми переходів. Ефект Пашена-Бака Види магнітних резонансів. Електронний парамагнітний резоннс та ядерний магнітний резонанс [2], 5.41, 5.42, [7], 8.5
24	**Розділ 5. Тема 5.2** Ефект Штарка в астрофізиці Лінійний ефект Штарка. Квадратичний ефект Штарка. Взаємодія дворівневого атома з когерентним рентгенівським випромінюванням. Осциляції дипольного моменту. [3] 5.43, [7] 8.5
25	**Розділ 5. Тема 5.3** Теорія збурень для задачі поглинання та випромінювання світла атомом. Оператор

	дипольного моменту. Правила відбору. Правило Лапорта. Характеристичний рентгенівський спектр. Закон Мозлі. Електрони Оже [1], 12.78, [2], 6.63 –6.65,8.96,8.97
26	**Розділ 5. Тема 5.4** Ефект Доплера. Теорія ефекту Доплеру. Зміщення довжини хвилі. Вимірювання швидкості руху зір та інших астрономічних об’єктів на основі ефекту Доплера [1], 7.21, [7] 8.6
26	**Розділ 6. Тема 6.1** Фізична природа хімічного зв'язку. Енергія взаємодії між йонами. Колективізовані електрони у молекулі водню. Синглетний і триплетний стани. Обмінна енергія. Ортоводень і параводень. Сила Ван-дер-Ваальса та її природа. **[1**], 6.50, 6.51; [2], 7.1 – 7.6.
27	**Розділ 6. Тема 6.2** Основні компоненти енергії молекули. Обертальні спектри. Коливальні спектри. Обертально-коливальні спектри. Правила відбору. Електронні спектри. [2] 13.100-13.105

Практичні заняття

№ з/п	Назва практичного заняття
1	**Розділ 1. Тема 1.1** Теплове випромінювання. Абсолютно чорне тіло. Закон Стефана-Больцмана, Закон Віна. Формула Планка. [5] 5.1
2	**Розділ 1. Тема 1.2** Квантова природа світла. Короткохвильова межа рентгенівського випромінювання. Фотоефект [5] 5.2
3	**Розділ 1. Тема 1.3** Квантова природа світла Ефект Комптона. [5] 5.3
4	**Розділ 2 Тема 2.1** Розсіювання частинок. Формула Резерфорда [5] 6.1
5	**Розділ 2. Тема 2.2-2.3** Атом водню. Постулати Бору. Формула Бальмера. Квантування орбіти воднеподібного атому по Бору [4] 1
6	**Розділ 3. Тема 3.1** Хвильові властивості частинок, Хвиля де Бройля. Дифракція Вульфа-Брегга [4] 2
7	**Розділ 3. Тема 3.2** Співвідношення невизначеності Гейзенберга. [4] 2
8	Модульна контрольна робота.
9	**Розділ 3. Тема 3.4** Хвильове рівняння Шрьодінгера. Нескінченно глибока прямокутна потенційна яма. [4] 3
10	**Розділ 3. Тема 3.5**

	Вплив розмірності потенційної ями на розв'язок задачі Шрьодінгера [4] 3
11	**Розділ 3. Тема 3.5** Прямокутна потенційна яма скінченної глибини [4] 3
12	**Розділ 3. Тема 3.3, 3.5** Сферична потенційна яма. Середнє значення оператора. [4] 3
13	**Розділ 3. Тема 3.6** Потенційний бар'єр. [4] 3
14	**Розділ 4. Тема 4.4** Власна енергія лужних металів, поправка Рідберга [4] 4
15	**Розділ 4. Тема 4.7** Спектральні терми багатоелектронних атомів. Правила відбору при переході між термами [4]4
16	**Розділ 5. Тема 5.3** Характеристичний рентгенівський спектр. Закон Мозлі [4] 6
17	**Розділ 5. Тема 5.1** Властивості атомів. Ефект Зеємана. Фактор Ланде. [4]5
18	**Розділ 6. Тема 6.2** Спектри молекул. [4] 5

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторного заняття	Кількість ауд. годин
1	**Розділ 1. Тема 1.1** Вивчення законів теплового випромінювання	2
2	**Розділ 1. Тема 1.2** Вивчення зовнішнього фотоефекту	4
3	**Розділ 2. Тема 2.3** Дослід Франка-Герца	2
4	**Розділ 4. Тема 4.1** Вивчення спектра випромінювання атома водню	2
5	**Розділ 3. Тема 3.6** Вивчення ефекту Рамзауера	2
6	**Розділ 6. Тема 6.2** Вивчення молекулярного спектру йоду	2
7	**Розділ 6. Тема 6.3** Вивчення ефекту Пельтьє в напівпровідниках	4

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	36
2	Підготовка до МКР	6
3	Підготовка до екзамену	30

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- **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 практичних заняттях.
- **правила поведінки на заняттях**: студент має слушно виконувати вказівки викладача щодо роботи на занятті, поводитися стримано й чемно та не заважати іншим студентам і викладачу. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в групі телеграма викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;
- **політика дедлайнів та перескладань**: якщо студент не проходив або не з'явився на контрольну роботу (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Успішним вважається виконання контрольної роботи, якщо студент отримав за неї не менш, ніж 50% від максимальної кількості балів. У випадку пропуску контрольної роботи без поважної причини або неуспішної здачі контрольної роботи перескладання контрольної роботи здійснюється за узгодженням з викладачем, при цьому максимальна оцінка, яку студент може отримати за контрольну роботу, зменшується на 3 бали по відношенню до вчасної здачі контрольної роботи;
- **політика щодо академічної доброчесності**: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» 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 «Загальна фізика-5. Фізика атома»;
- **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

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

Поточний контроль: МКР.
Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
Семестровий контроль: екзамен.
Умови допуску до семестрового контролю: успішне виконання всіх видів робіт, семестровий рейтинг не менше 30 балів.

На першому занятті студенти ознайомлюються з рейтинговою системою оцінювання (РСО) дисципліни, яка побудована на основі «Положення про систему оцінювання результатів навчання», https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

1) П'ятнадцять домашніх завдань
2) Сім лабораторних робіт
3) МКР
4) відповідь на екзамені.

2. Критерії нарахування балів за домашні роботи:

Ваговий бал – 1 бал. Максимальна кількість балів за всі домашні роботи дорівнює 1 бал х 15 = 15 балів. Критерії оцінювання:

задачі виконані повністю, дані відповіді на додаткові питання	1 бал
задачі виконані повністю, відповіді на додаткові питання дані з помилками	0.5-0.75 бал
роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)	0-0.25 бал

Критерії нарахування балів за лабораторні роботи

Ваговий бал – 5 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює 5 балів х 7 = 35 балів. Критерії оцінювання

робота захищена повністю	- 5 бал.
роботу виконано і захищено з незначними недоліками	- 4– 4.5 бал.
роботу виконано і захищено з певними помилками	- 3-3.5 бал.
роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)	- 0-2.5 бал.

Критерії нарахування балів за МКР:

Ваговий бал – 10 балів. Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює 10 балів х 1 = 10 балів. Критерії оцінювання:

творча робота	- 9 – 10 бал.
роботу виконано з незначними недоліками	- 7 – 8 бал.
роботу виконано з певними помилками	- 5 – 6 бал.
роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)	- 0-4 бали.

3. Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та успішне виконання 2 лабораторних роботи та 5 домашніх завдань на час атестації. Умовою другої атестації – отримання не менше 21 балів, виконання МКР, 4 лабораторних робіт, 12 домашніх завдань. .

4. Умовою допуску до екзамену є успішне виконання всіх лабораторних робіт, МКР, та як мінімум половини домашніх завдань, а також стартовий рейтинг не менше 35 балів.

5. На екзамені студенти готують письмові розрахунки та дають усну відповідь. Екзаменаційний білет містить 2 теоретичних запитання та дві задачі. Кожне запитання (задача) в білеті оцінюється у 10 балів за такими критеріями:

– «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 10-9 балів;
– «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 9-7 балів;
– «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 4-6 балів;
– «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Для об'єктивної оцінки знань студента викладач має право ставити додаткові питання з програми курсу, які не містяться в білеті.

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Перелік запитань наведено у Електронному кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського та у папці курсу на платформі «Сікорський».*
- *Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн-курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 р. «Про затвердження положення про визнання у КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».*

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено доцент, к.ф.-м.н Іванова Ірина Михайлівна

Прийнято кафедрою загальної фізики (протокол № 6 від 02.06.2026 р.).

Погоджено Методичною комісією ФМФ (протокол № 11 від 26.06.2026 р.).