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

Кафедра загальної фізики

Фізика. Частина 2. Оптика. Квантова фізика

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	**Перший (бакалаврський)**
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G22 "Біомедична інженерія"
Освітня програма	Регенеративна та біофармацевтична інженерія
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів, 150 годин (денна: 30 годин – лекції, 30 годин – практичні, 18 годин – лабораторні роботи; 76 годин – СРС;
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор, Лінчевський Ігор Валентинович, igorvl2009@gmail.com, моб. +38 0959416955 Практичні: професор, Лінчевський Ігор Валентинович, igorvl2009@gmail.com, моб. +38 0959416955
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

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

Підготовка висококваліфікованих, конкурентоспроможних, інтегрованих у світовий освітній та науково-технічний простір фахівців ступеня бакалавру галузі Хімічна інженерія та біоінженерія за спеціальністю 163 Біомедична інженерія, здатних до налагоджувальної, випробувальної, інженерно-експлуатаційної, інженерно-конструкторської, науково-технічної та практичної діяльності в області біомедичної інженерії та технологій, що передбачає здійснення міжкультурної взаємодії з представниками науково-технічної спільноти в умовах: - науково-технічного прогресу в галузі Хімічна інженерія та біоінженерія; - сталого розвитку суспільства та економічних і екологічних інтересів суспільства; - інтернаціоналізації освіти та інтеграції міжнародного компонента в освітньо-виховну, науково-технічну діяльність вищих навчальних закладів; - трансформації ринку праці шляхом взаємодії зі стейкхолдерами; - всебічного професійного, інтелектуального, соціального та творчого розвитку особистості в освітньо-науковому середовищі; - поєднання інженерно-технічних та медико-біологічних знань щодо засобів та методів створення програмно-апаратних біотехнічних систем у біології та медицині.

Мета навчальної дисципліни – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання апарату оптики та квантової фізики в фізичних дослідженнях.

Предмет навчальної дисципліни – закони, методи та засоби оптики та квантової фізики як складових процесу фізичних досліджень

Дисципліна «Фізика-2. Оптика та квантова фізика» належить до циклу дисциплін загальної підготовки і вивчається студентами в 2-му семестрі навчання за спеціальністю «163 Біомедична інженерія». Ця дисципліна є одною зі складових загальної фізики, який є неодмінною частиною класичної програми підготовки спеціалістів в області біомедичної інженерії спрямована на формування у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно процесів, явищ та законів оптики та квантової фізики. Зокрема,

ЗДАТНІСТЬ:

- опановувати основні положення оптики та квантової фізики;
- використовувати основи оптики та квантової фізики для дослідження властивостей речовини;
- застосовувати апарат оптики та квантової фізики для розрахунку біомедичних систем;
- використовувати фундаментальні фізичні поняття, основні принципи і закони класичної та сучасної фізики у оптики та квантової фізики при вирішенні певних фізичних задач.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- основних явищ оптики та квантової фізики;
- змісту основних оптики та квантової фізики;
- єдності закономірностей процесів оптики та квантової фізики різної природи;
- концептуальних підходів оптики та квантової фізики до вивчення фізичних явищ;
- основ теорії електромагнітних полів;
- методик розв’язання задач з оптики та квантової фізики.

УМІННЯ:

- застосовувати закони оптики та квантової фізики опису фізичних явищ;
- експериментально досліджувати, якісно і кількісно оцінювати основні оптики та квантової фізики;
- застосовувати базовий матеріал для подальшого вивчення дисциплін циклу професійно-практичної підготовки;
- узагальнювати та конкретизувати методи досліджень фізичного стану об'єктів;
- проводити дослідження і вимірювання параметрів об'єктів;
- володіти методологією вимірювань і обробки результатів;
- засвоєння методів аналізу фізичних явищ;
- вироблення вміння обчислень фізичних величин за аналітичними виразами; вироблення вміння застосовувати математичний апарат для вирішення певних фізичних задач.
- аналізувати навчальну та навчально-методичну літературу, використовувати її в навчальному процесі;
- складати математичні моделі задач оптики та квантової фізики;
- визначати оптимальну методику розв'язання задач та постановки дослідів з оптики та квантової фізики;
- визначати необхідні для розв'язання задач допоміжні параметри;
- аналізувати та інтерпретувати отримані результати розв'язання задач;
- знаходити зв'язки та робити граничні переходи від отриманих результатів до відомих даних, отриманих з більш простих моделей;
- викладати матеріал логічно та послідовно.
- засвоєння методів аналізу фізичних явищ;
- вироблення вміння обчислень фізичних величин за аналітичними виразами;
- вироблення вміння застосовувати математичний апарат для вирішення певних фізичних задач.

- **Програмні компетентності**
- **Інтегральна компетентність**

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

- **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)**

- ФК 5 Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем.
-

- **Програмні результати навчання(ПРН)**

- ПРН 1 Організації та принципів функціонування біологічних об'єктів та окремих їх частин в умовах in vivo та in vitro, а також методів їх вивчення (оцінки) (біологічних, хімічних, фізичних, математичних).
- ПРН 4 Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень,

автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

- **Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**
- **Пререквізити**: ЗО 1 Вища математика.
- **постреквізити:** ПО 3 «Біофізика», ПО 5 «Електротехніка».

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційні заняття

Тема 1	**Рівняння Максвела**. **Властивості електромагнітних хвиль** Хвильові процеси. Рівняння та характеристики монохроматичної хвилі. Хвильові поверхні та фазова швидкість. Утворення та загальні властивості електромагнітних хвиль.
Тема 2	**Енергія електромагнітної хвилі.** Густина потоку енергії хвилі. Вектор Пойнтінґа. Інтенсивність електромагнітної хвилі. **Інтерференція.** Світлові хвилі. Показник заломлення. Поняття про інтерференцію та когерентність. Умови максимумів і мінімумів.
Тема 3	**Спостереження двопроменевої інтерференції** Отримання когерентних світлових пучків, інтерференційні схеми. Інтерференція в тонких пластинах. **Дифракція світла.** Дифракція хвиль, принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Фраунгофера на одній щілині.
Тема 4	**Дифракція на оптичній ґратці та на кристалах.** Дифракція Фраунгофера на одновимірній гратці. Дифракція рентгенівських променів на кристалах, формула Вульфа-Брегга.
Тема 5	**Поляризація світла.** Поляризоване та природне світло, види поляризації. Ступінь поляризації світла. Закон Малюса. Поляризація світла при відбиванні від діелектрика та при двопроменезаломленні.
Тема 6	**Дисперсія світла.** Поняття про дисперсію хвиль. Елементарна електронна теорія дисперсії світла. Поняття про хвильовий пакет та групову швидкість.
Тема 7	**Фотони.** Обмеженість класичної фізики. Квантова фізика. Формула Планка. Фотони, енергія та імпульс фотона.
Тема 8	**Квантові властивості електромагнітного випромінювання.** Зовнішній фотоефект. Рівняння Ейнштейна. Гальмівне рентгенівське випромінювання. **Ефект Комптона.** Сутність ефекту Комптона та його елементарна теорія. Взаємодія фотонів із речовиною. Корпускулярно-хвильовий дуалізм.
Тема 9	**Хвилі де-Бройля.** Неможливість класичної теорії будови атома. Гіпотеза де-Бройля. Дифракція мікрочастинок. **Хвильова функція частинки.** Хвильова функція, її імовірнісний зміст і властивості.
Тема 10	**Принцип невизначеності.** Зміст принципу невизначеності, співвідношення Гайзенберга.. Межі класичного способу опису. **Рівняння Шрьодінгера.** Квантова механіка. Часове та стаціонарне рівняння Шрьодінгера. Стаціонарні стани

Тема 11	**Частинка у потенційній ямі.** Нескінченно глибока потенціальна яма з вертикальними стінками (ящик). Хвильові функції та стаціонарні стани частинки в потенціальному ящику. Енергетичний спектр.
Тема 12	**Бар'єри.** Гармонічний осцилятор. Проходження частинки під потенціальним бар'єром (тунельний ефект). Тунельні явища.
Тема 13	**Атом водню**. Рівняння Шрьодінгера, квантові числа та енергетичний спектр атомарного водню та воденеподібних іонів. Спектральні серії поглинання і випромінювання.
Тема 14	**Орбітальні моменти електрона.** Квантування моменту імпульсу та його проекції. Квантування магнітного моменту, магнетон Бора. Виродження енергетичних рівнів, класифікація станів.
Тема 15	**Атом у магнітному полі.** Розщеплення енергетичних рівнів електрона у зовнішньому полі. Нормальний і аномальний ефекти Зеємана. Неповнота механіки Шрьодінгера. **Спін.** Власний кутовий і магнітний моменти електрона. Спін-орбітальна взаємодія. Спін і статистики, принцип Паулі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. *Фізика. Частина 2. Оптика. Квантова фізика [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за всіма освіт. програмами природ. та техн. спец. / І. В. Лінчевський, В. В. Хіст, М. В. Чурсанова; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 156с. URI https://ela.kpi.ua/handle/123456789/79821.*
2. *Кучерук І.М., Горбачук І.І. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. - К: Техніка, 1999.*
3. *Курс загальної фізики : підруч. для студ. ВНЗ : у 6 т. / ОНУ ім. І.І. Мечникова; за заг. ред. В. А. Сминтина. – Одеса : Астропринт, 2011. - Т.4 : Оптика / В. А. Сминтина, Ю. Ф. Ваксман. – 2012. – 275 с. http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/23251*

Додаткова

5. *Лінчевський, І. В. Загальна фізика. Оптика. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник / І. В. Лінчевський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського ; за заг. ред. І. В. Лінчевського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,95 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 38 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39749.*
6. *Задачі із загальної фізики. Розділ «Оптика. Квантова фізика. Молекулярна фізика». Уклад.: В.П. Бригінець, О.О. Гусєва, О.В. Дімарова та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011.*
7. *Квантова фізика. Метод. вказівки до виконання лаб. робіт. Уклад. В.П. Бригінець, О.О.Гусєва, І.В.Лінчевський та ін., –К.: НТУУ «КПІ», 2009.*

Інформаційні ресурси

1. http://ztf.kpi.ua/
2. http://campus.kpi.ua/tutor/index.php

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)
Навчальна частина дисципліни складена з лекційного матеріалу, практичних занять, лабораторних робіт 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

Практичні заняття

Нижче наведено теми та короткий зміст занять і орієнтовний перелік завдань для аудиторної роботи та СРС (номери задач) за посібником [4,8]. При роботі в аудиторії викладач має право, крім указаних у переліку, використовувати завдання з інших джерел.

1	Рівняння Максвела. Струм зміщення
2	Плоска монохроматична електромагнітна хвиля. Загальні властивості електромагнітних хвиль. Література: [8] №№ 1.1,1.4, 1.7 , 1.10. Завдання: №№ 1.2,1.5, 1.6, 1.8, 1.9.
3	Вектор Пойнтінґа. Інтенсивність електромагнітної хвилі. Література: [8] №№ 1.11 – 1.15. Завдання: №№ 1.11, 1.12,1.13, 1.15.
4	Закони відбивання та заломлення світла. Співвідношення амплітуд і фаз при нормальному падінні.. Література: [8] №№ 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 2.9, – 2.12, 2.14, 2.15, 2.17, 2.20, – 2.23. Завдання: №№ 2.3, 2.6, 2.8, 2.9, 2.14.
5	Інтерференція світла,умови максимумів і мінімумів. Накладення двох циліндричних хвиль. Інтерференція в тонких плівках. Література: [8] №№ 3.1, 3.7, 3., 3.21, 3.23. Завдання: №№ 3.6, 3.10, 3. 14, 3.16, 3.18
6	Дифракція Френеля. Зони Френеля.
7	Дифракція Фраунгофера на щілині та на одновимірній плоскій ґратці. Література: [8] №№ 4.10, 4.13, 4.14, 4.19, 4.28,4.33,4. Завдання: №№ 4.9, 4.15, 4.22, 4.26,4.32
8	Поляризація світла. Закон Малюса. Ступінь поляризації. Фазова та групова швидкість. Література: [8] №№ 5.2, 5.3, 5.6, 5.9, 5.21, 5.22. Завдання: №№ 5.1, 5.5, 5.8, 5.9, 5.12. Дисперсія. Фазова та групова швидкість. Література: [8] №№ 5.6, 5.9, 5.21, 5.22. Завдання: №№ 5.8, 5.9, 5.12.
9	Геометрична оптика. Призма, плоско паралельна пластинка. Тонка лінза Література: [8] №№ 5.6, 5.9, 5.21, 5.22. Завдання: №№ 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.37, 5.38
10	Квантові властивості випромінювання. Фотони.

	Література: [8] №№ 6.3, 6.4, 6.7, 6.28, 6.36,6.38 6.49, 6.45. Завдання: №№ 5.278, 5.281,5.282, 5.284
11	Фотоефект. Рентгенівське випромінювання. Література: [8] №№ 6.3, 6.4, 6.7, 6.28, 6.36,6.38 6.49, 6.45. Завдання: №№ 5.288,5.289,5.291, 5.294
12	Ефект Комптона. Література: [8] №№ 6.48, 6.49, 6.51, 6.53 , 6.56, 6.59, 6.60. Завдання: №№ 6.48, 6.49, 6.51, 6.53 ,6.56.
13	Хвилі де-Бройля. Співвідношення невизначеності Гайзенберга. Література: [8] №№ 7.3, 7.4, 7.6, 7.8, 7.15, 7.21, 7.22, 7.26. Завдання: №№ 7.1, 7.14, 7.16, 7.23
14	Хвильова функція, її ймовірнісний зміст і властивості. Рівні енергії частинки в одновимірній потенціальній ямі. Література: [8] №№ 8.2, 8.3, 8.5, 8.9, 8.10,8.19, 8.18. Завдання: №№ 86.79, 6.80,6.84, 6.85
15	Проходження частинок крізь бар'єр. Тунельний ефект. Література: [8] №№ 8.20, 8.21, 8.22, , 8.26, 8.28. Завдання: №№6.97, 6.102,
	МКР

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Вивчення інтерференції світла (біпризма Френеля).
2	Вивчення фраунгоферової дифракції на щілині.
3	Вивчення поляризованого світла. Закон малюса
4	Вивчення зовнішнього фотоефекту.
5	Вивчення досліду Франка – Герца.
6	Вивчення ефекту Рамзауера.
7	Вивчення оптичного спектра атомарного водню.

Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота (РГР) на тему: *"Дифракційна гратка"*

Контрольні роботи

З кредитного модуля заплановано проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР), яка може поділятися на дві МКР по одній академічній годині кожна:

МКР 1. *Хвильова оптика*

Геометрична оптика. Загальні поняття хвильової оптики

Інтерференція

Дифракція

Поляризація

Дисперсія.

МКР 2. *Квантова фізика*

Елементи квантової оптики

Елементи квантової фізики

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 практичних занять	20	
2	Підготовка до лабораторних занять	20	
3	Підготовка до МКР	6	
4	Підготовка до екзамену	30	

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та практичних занять та лабораторних робіт є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує гугл-диск або viber для викладання матеріалу поточної лекції, додаткової інформації, завдань до практичних робіт та інше; вирішення практичних завдань та модульних контрольних робіт завантажується на гугл-диск або viber;
- питання на лекції задаються у відведений для цього час;
- для захисту практичної або розрахункової роботи необхідно розв'язати відповідні задачі, завантажити рішення на електронну пошту викладача та відповісти на запитання щодо рішення;
- модульні контрольні роботи пишуться на лекційних (практичних) заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат завантажується у файлі на електронну пошту викладача;
- заохочувальні бали виставляються за: рішення задач на першому практичному занятті; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 5;
- штрафні бали виставляються за: переписування модульної контрольної роботи. Кількість штрафних балів не більше 5.
- При проведенні МКР студентам видаються модульні контрольні завдання які складаються з трьох задач. МКР проводиться письмово. Результати МКР оголошуються студентам на наступному занятті. Студент має право відпрацювати МКР у разі його відсутності на запланованому занятті за документально підтверджених поважних підстав.

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

1. виконання тестових експрес-контрольних робіт (на лекційних заняттях);
2. виконання та захист практичних завдань;
3. виконання та захист лабораторних робіт;
4. виконання та захист РГР;
5. виконання модульної контрольної роботи (МКР поділяється на 2 частини, проводиться на практичних (лекційних) заняттях);
6. заохочувальні та штрафні бали;
7. відповідь на екзамені.

Міжсесійна атестація

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимально можлива кількість балів – 20 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 10 балів.

За результатами 13 тижнів навчання максимально можлива кількість балів – 40 балів На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 20 балів.

Рейтингові контрольні заходи

Рейтинг студента з дисципліни ***RD*** складається з балів, які він отримує за:

- самостійні роботи на практичному занятті; лабораторні роботи, МКР, РГР

– відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів і критерії оцінювання

2.1. Практичні заняття. *Ваговий бал однієї відповіді або однієї самостійної тематичної роботи на занятті* $\hat{r}_{пр} = 5$ при таких критеріях оцінювання якості відповіді (роботи):

0 балів – повна неготовність (відсутність елементарних знань по темі заняття чи самостійної роботи);

1–2 балів – незадовільна підготовленість до заняття (роботи);

3 –3.5 балів – підготовленість задовольняє мінімальним вимогам або задовільна;

3.6 – 4.5 балів - добра та дуже добра підготовленість до заняття;

4.6-5.0 балів - відмінна підготовленість до заняття.

Сумарний ваговий бал за n практичні зайняття протягом семестру складає

$$\hat{R}_{пр} = \left(\sum_{n} r_{пр}\right) \times \frac{15}{5n} = 15 \text{ балів.}$$

2.2. Лабораторні заняття. *Ваговий бал одного лабораторного заняття* $\hat{r}_{лб} = 5$ із такими критеріями оцінювання:

0 – 2 балів – студент не допущений до роботи, але отримав допуск у процесі заняття й виконав виміри;

2.1 – 3.0 балів – виконані виміри, але обробка результатів не зроблена;

3.1 – 5 балів – робота виконана повністю, включно з обробкою результатів та оформленням.

Сумарний ваговий бал за m лабораторних зайнять протягом семестру складає:

$$R_{лб} = \sum_{i=1}^{m} r_{ілб} * \frac{15}{5m} = 15 \text{ балів}$$

2.3. Розрахунковографічна робота (РГР). *Ваговий бал* $\hat{R}_{рр} = 10$ при таких критеріях оцінювання:

0 балів (не зараховано) – робота не подана протягом місяця після встановленого терміну;

1-2 бал (не зараховано) – робота містить грубі помилки в кожному завданні;

3-4 бали (не зараховано) – робота містить окремі грубі помилки, котрі спотворюють фізичний зміст отриманих результатів і потребує переробки;

5-6 бали (зараховано) – робота містить окремі суттєві помилки, але не потребує повної переробки ;

7-8 бали (зараховано) – робота виконана вірно, але є помилки в обчисленнях і недоліки в графіках;

9-10 балів (зараховано) – робота не має суттєвих вад і зауважень.

2.4 Модульна контрольна робота.

Модульна контрольна робота складається з 2-х задач розділу механіка та 2-х задач розділу електрика-магнетизм. За одну модульну контрольну студент максимально може отримати $\hat{R}_{мкр} = 10$ балів. Мінімальна кількість балів, за умови якої контрольна вважається зданою – 4. Бали за виконання завдань нараховуються таким чином:

- повністю правильний розв'язок задачі (правильне оформлення заданих величин з переводом до системи СІ і сформульоване запитання, чіткий схематичний рисунок з позначенням напрямків векторних величин, якщо потрібно, правильний фізичний розв'язок задачі, розрахунок невідомої величини без помилок, записані одиниці вимірювання для всіх фізичних величин) – максимальна кількість балів 2.5;

- розв'язок задачі виконаний з помилками на рівні математичного обчислення невідомої величини та помилкового вживання розмірності – знімається 0.5 бали;

- розв'язок задачі виконаний частково: основні формули і закони записані вірно, але помилки виникли у перетворенні формул і через це фізичний розв'язок вийшов невірний – знімається 0.5- 1 бали;

- розв'язку задачі немає, але записані основні формули і закони, які потрібні для нього – знімається 1 – 1.5 бали;

- відсутність будь-яких записів щодо завдання та розв'язку – 0 балів.

Рейтингова шкала

Рейтингова шкала з кредитного модуля R утворюється із сумарного вагового балу $\hat{R}_C$ та екзаменаційної складової $\hat{R}_E$:

$$RD = \hat{R}_C + \hat{R}_E$$

Величина $\hat{R}_C$ визначається додавання сумарних вагових балів усіх контрольних заходів, і, згідно з викладеним у попередніх пунктах, складає

$$R_C = R_{пр} + R_{л.р.} + R_{рр} + \hat{R}_{мкр} = 15+15+10+10 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова приймається в розмірі 50% від рейтингової шкали й становить:

$$Re = 50 \text{ балів.}$$

Відтак рейтингова шкала з кредитного модуля

$$RD = 100 \text{ балів.}$$

Оцінювання якості знань із кредитного модуля

Умови допуску до екзамену. Студент допускається до екзамену, якщо він має:

– зараховані розрахункову роботу, модульну контрольну роботу, всі лабораторні роботи.

– стартовий рейтинг $r_c \geq 0{,}5\,\hat{R}_C$, тобто $r_c \geq 25$балів;

Стартовий (попередній) рейтинг студента дорівнює сумі балів, отриманих з усіх контрольних заходів у семестрі, згідно з **п.2**:

$$r_c = R_{пр} + R_{рр} + R_{л.р.} + \hat{R}_{мкр}$$

Рейтинг із кредитного модуля (підсумковий рейтинг) RD складається зі стартового рейтингу r_c і балів r_e, отриманих студентом на екзамені:

$$RD = r_c + r_e.$$

Екзаменаційні бали виставляються викладачем відповідно до шкали $\hat{R}_E = 50$ балів на основі таких критеріїв оцінювання якості знань:

0 – 20 балів – дано відповіді менше, ніж на 40% завдань білета;

20 –30 балів – дано відповіді не менше, ніж на 40% завдань білета. Відповіді містять суттєві помилки та недоліки;

31 – 44 балів – дано правильні відповіді не менше, ніж на 70% завдань білета.;

45 – 50 балів – дано правильні аргументовані відповіді на всі завдання білета без істотних недоліків.

Підсумкова оцінка з кредитного модуля (семестрова атестація) установлюється на основі підсумкового рейтингу студента *RD*, згідно з табл. 1

Таблиця 1 — Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Кількість балів *RD*	Оцінка	Можливість отримання оцінки «автоматом»
100-95	Відмінно	є
94-85	Дуже добре	є
84-75	Добре	ні
74-65	Задовільно	ні
64-60	Достатньо	ні
Менше 60	Незадовільно	ні
Не виконані умови допуску	Не допущено	

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри загальної та теоретичної фізики Лінчевським І.В.

Ухвалено кафедрою загальної фізики протокол № 6 від 02.06.2026 р.

Погоджено Методичною комісією ФБМІ (протокол №10 від 25.06.2026 р.)