

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»
В.о.завідувача кафедри**



(Протокол 7 від «19» грудня 2022 року)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НПП 2.12.2 ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА: ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь 01 Освіта/Педагогіка
(шифр галузі і назва галузі знань)

спеціальність 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
(код і назва спеціальності)

предметна спеціальність 014.15 Середня освіта (Природничі науки)
(шифр і назва спеціальності (предметної спеціальності))

освітня програма Середня освіта (Природничі науки)
(назва освітньої програми)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
(назва рівня вищої освіти)

факультет математики, природничих наук та технологій
(назва інституту, факультету, відділення)

форма навчання денна
(денна, заочна)

2022–2023 навчальний рік

Робоча програма з теоретичної фізики: електродинаміка

(назва навчальної дисципліни)

для студентів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)» освітня програма «Середня освіта (Природничі науки)» на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти

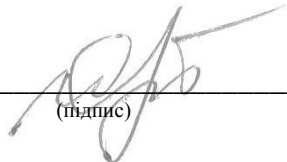
Розробник: Подопрігора Наталія Володимирівна, професор кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, доктор педагогічних наук, професор

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри природничих наук та методик їхнього навчання

Протокол № 7 від 19 грудня 2022 року

В.о.завідувача кафедри природничих наук та методики їхнього навчання


(підпис) / Сальник І.В.
(прізвище та ініціали)

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів (ECTS) – 3	Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка	Нормативна
Модулів – 1	Спеціальність 014 «Середня освіта (Природничі науки)	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр
Загальна кількість годин – 90 32/58 (аудиторна/самостійна)		6-й
Кількість навчальних тижнів – 16 Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 ; самостійної роботи студента – 3,5	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	16 год.
		Практичні, семінарські
		16 год.
		Лабораторні
		освітньо 0 год.
		Самостійна робота
		58 год.
Індивідуальні завдання: 0 год.		
	Вид контролю: 6-й семестр – <i>екзамен</i>	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 36% / 64%

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Мета дисципліни «Теоретична фізика: електродинаміка» визначається метою освітньо-професійної програми (ОПП) підготовки бакалаврів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)», що сприяє формуванню інтегрованої динамічної комбінації знань і умінь для вивчення студентами теоретичних та методологічних засад теоретичної фізики відповідно до структури предметної (спеціальної фахової) компетентності з теоретичної фізики. Теоретична фізика, як навчальна дисципліна, згідно робочого навчального плану підготовки магістрів спеціальності 014 «Середня освіта (Природничі науки)» (2022–2023 н.р.) розробленого для студентів, які вступали на навчання в 2020 році. Структурована система знань, розумінь, умінь, здатностей та ін. компетенцій з дисципліни забезпечує формування відповідної предметної (спеціальної фахової) компетентності в структурі професійної компетентності майбутніх учителів природничих наук, фізики, хімії, біології, їхню теоретичну і практичну підготовку, сприяючи формуванню цілісного бачення світу, виробленню наукового підходу до аналізу проблем оточуючого світу; теоретичного та критичного мислення під час тлумачення електродинамічних явищ і процесів на макроскопічному рівні опису матерії. Під час викладання дисципліни звертати особливу увагу на те, що курс теоретичної фізики об'єднується загальноприродничими принципами (причинності, додатковості, відповідності, відносності, симетрії, збереження, перетворення тощо) і положеннями в межах прийнятих теоретичних схем. Під час планування та проведення занять зосереджуватись на якісному обговоренні проблем і завдань, а не детальному вивченні різноманітних теоретичних методів та прикладних моделей фізичних систем. В процесі організації освітньої діяльності студентів орієнтуватись, перш за все, на кінцевий результат, визначаючи основні його цілі, – навчальну, дидактичну, розвивальну і виховну для забезпечення діагностично поставленої мети, а також, враховуючи можливість управління навчальною діяльністю студентів, щодо:

- формування та розвитку в студентів наукових знань і вмінь, необхідних та достатніх для розуміння явищ і процесів, які відбуваються в природі на макроскопічному рівні, знання класичної електродинаміки та основ спеціальної теорії відносності, вміння застосовувати ці знання для розв'язування задач за допомогою стандартних (аналітичних) і нестандартних (синтетичних) методик;
- формування концептуальних і теоретичних основ фізики як науки, її місця в загальній системі наук і цінностей у процесі навчальної діяльності;
- організації навчання теоретичній фізиці на основі єдності теоретичної та практичної складників професійної підготовки майбутніх учителів природничих наук і, зокрема, фізики;
- формування в студентів вмінь математичного моделювання фізичних систем, явища або процесу в фізичній системі в межах теоретичної схеми класичної електродинаміки (в теорії Максвелла);
- формування в студентів теоретичного типу мислення, вміння користуватись методами індукції та дедукції, аналізу й синтезу, робити висновки та узагальнення;
- формування в студентів вміння систематизувати здобуті знання про фізичні явища природи, використання їх у техніці;
- формування в студентів наукового світогляду, розвитку критичного мислення;
- озброєння студентів раціональним методологічним підходом до пізнавальної і практичної діяльності;
- формування в студентів вміння працювати з інформацією, сприяти розвитку їх комунікативних здібностей; позитивної мотивації до навчання;
- виховання екологічного мислення й поведінки, національної свідомості і патріотизму, працелюбності та наполегливості.

Кінцева мета вивчення дисципліни «Теоретична фізика: електродинаміка» спрямована на формування в студентів кількісного підходу до опису та аналізу макроскопічних електродинамічних систем, явищ та процесів, які протікають в таких системах. При цьому

наголос робиться на основні поняття та закони електродинаміки: рівняння Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі та суцільному середовищі. Особлива увага приділяється загальним теоретичним методам (рівнянням електромагнітного поля та законам збереження) знаходження законів руху тіл, або системи тіл в електромагнітному полі на основі методів класичної електродинаміки. Вивчення дисципліни передбачає, отримання знань та вмій, які необхідні майбутньому вчителю природничих наук, зокрема фізики, в його майбутній професійній діяльності.

2.2. Завдання вивчення дисципліни: Розглянути понятійний апарат та теоретичні основи класичної електродинаміки, що вивчаються в курсі загальної фізики, використовуючи основні загальні теоретичні підходи показати, що одержані висновки не заперечують висновкам експериментальної фізики, а розширюють і доповнюють їх, створюючи у студентів цілісне уявлення про науковий підхід у дослідженні фізичних явищ природи. Презентувати більш розширене і загальне тлумачення та аналіз основних фізичних понять, що розглядалися у курсі загальної фізики (емпіричні закони електродинаміки мають бути систематизовані у вигляді теоретичної моделі феноменологічної теорії Максвелла). Встановити строгі рамки, критерії існування і використання фізичних законів класичної електродинаміки для релятивістської та нерелятивістської областей простору, спираючись на основні загальні положення. Обґрунтовувати фундаментальні та новітні досягнення класичної електродинаміки щодо використання у науці і техніці, окреслювати перспективи подальшого розвитку.

За результатами опанування програми студенти повинні:

знати:

основні завдання і теоретичні методи класичної електродинаміки в моделі Максвелла, розвиток електродинаміки в її історико-генезісному аспекті, роль експерименту у формуванні теоретичних основ класичної електродинаміки; завдання і методи класичної електродинаміки за відповідними темами дисципліни;

уміти:

розв'язувати фізичні задачі за допомогою аналітичних та прикладних методик аналізу основних теоретичних моделей класичної електродинаміки за відповідними темами дисципліни.

У результаті вивчення навчальної дисципліни у студента мають бути сформовані такі **компетентності:**

Загальні компетентності:

- ЗК1.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК2.** Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
- ЗК3.** Здатність діяти соціально відповідально та свідомості.
- ЗК4.** Здатність працювати в команді.
- ЗК5.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК6.** Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях.
- ЗК7.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК8.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК10.** Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Предметні (спеціальні фахові) компетентності:

- ФК1.** Здатність використовувати систематизовані теоретичні та практичні знання з класичної електродинаміки і спеціальної теорії відносності при вивченні Всесвіту і природи Землі як планети.
- ФК2.** Володіння математичним апаратом класичної електродинаміки і спеціальної теорії відносності.
- ФК8.** Здатність до рефлексії та самоорганізації професійної діяльності.
- ФК11.** Здатність характеризувати досягнення природничих наук та їх ролі у житті суспільства; формування цілісних уявлень про природу, використання природничо-наукової інформації на основі оперування базовими загальними закономірностями природи.

Програмними результатами навчання є:

ПРНЗ2. Демонструє знання та розуміння класичної електродинаміки й основ спеціальної теорії відносності, взаємозв'язок квантової механіки в структурі природничих наук та з іншими науками;

ПРНЗ3. Знає й розуміє математичні методи природничих наук, фізики, хімії, біології та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики, ботаніки, зоології, анатомії людини, фізіології людини і тварин, фізіології рослин, а також загальної, неорганічної та органічної хімії.

ПРНЗ4. Знає основні психолого-педагогічні теорії навчання, інноваційні технології навчання природничих наук, фізики, хімії, біології, актуальні проблеми розвитку педагогіки та методики навчання природничих наук, фізики, хімії, біології.

ПРНЗ5. Знає форми, методи і засоби контролю та корекції знань учнів з природничих наук, фізики, хімії, біології.

ПРНЗ7. Знає основи безпеки життєдіяльності, безпечного використання обладнання кабінетів фізики, хімії, біології.

Уміння:

ПРНУ1. Аналізує природні явища і процеси, оперує базовими закономірностями природи на рівні сформованої природничо-наукової компетентності з погляду класичної електродинаміки як теоретичних схем, їхніх принципів і основ, а також на основі відповідних математичних методів.

ПРНУ2. Володіє методикою проведення сучасного експерименту, здатністю застосовувати всі його види в освітньому процесі з природничих наук, фізики, хімії, біології.

ПРНУ3. Розв'язує задачі з класичної електродинаміки різних рівнів складності.

ПРНУ4. Користується математичним апаратом класичної електродинаміки, використання математичних методів, які застосовуються в класичній електродинаміці.

ПРНУ7. Уміє знаходити, обробляти та аналізувати інформацію з різних джерел, насамперед за допомогою інформаційних та хмарних технологій.

ПРНУ8. Самостійно вивчає нові питання класичної електродинаміки за різноманітними інформаційними джерелами.

ПРНУ11. Дотримується правових норм і законів, нормативно-правових актів України, усвідомлює необхідність їх дотримання.

Комунікація:

ПРНК1. Володіє основами професійної мовленнєвої культури при вивченні класичної електродинаміки.

ПРНК2. Пояснює фахівцям і не фахівцям стратегію сталого розвитку людства та екологічної безпеки і шляхи вирішення глобальних проблем людства.

Автономія і відповідальність:

– ПРНА1. Усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності.

ПРНА2. Відповідально ставиться до забезпечення охорони життя і власного здоров'я та оточуючих у освітньому процесі та позаурочній діяльності

2.3. Міждисциплінарні зв'язки: Дисципліна «Теоретична фізика: електродинаміка» вивчається у тісному дидактичному зв'язку із дисциплінами циклу професійної підготовки (математичні методи фізики, загальна фізика, методика природничих наук), засвоєння яких необхідно майбутнім учителям фізики та природничих наук для професійної та подальшої освітньої діяльності.

Дисципліна є часткою чотирисеместрового курсу теоретичної фізики (Класична механіка і основи спеціальної теорії відносності, електродинаміка, квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика), охоплює достатній мінімум засобів і прийомів теоретичної фізики. Набутий студентами на цей час багаж знань з дисциплін «Вища математика», «Математичні методи фізики» та «Загальна фізика» (розділи «Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка», «Молекулярна фізика та термодинаміка», «Електрика та магнетизм», «Оптика».

Квантова фізика») дозволяють знайомити студентів з сучасними методами дослідження фізичних явищ на якісному рівні. Здатність студентів застосовувати знання та вміння сформовані під час вивчення теоретичної фізики, розділ: електродинаміка в подальшому є основою для вивчення інших розділів теоретичної фізики: квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика й інших дисциплін: сучасних питань фізики, фізики твердого тіла, зокрема електронної теорії речовини, сучасної природничо-наукової картини світу тощо на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Електродинаміка

Змістовий модуль 1. Основні поняття класичної електродинаміки

Вступ. Типи фундаментальних взаємодій у природі. Електромагнітна взаємодія, її характеристики. Обмінний характер електромагнітної взаємодії. Історія створення теорії електромагнетизму.

Електричний заряд та його дискретність. Елементарний заряд, точковий та одиничний заряди. Питомий заряд частинки. Досліди Міллікена, Йоффе, Томсона по вимірюванню елементарного та питомого зарядів. Густина заряду (об'ємна, поверхнева, лінійна). Два види зарядів. Закон збереження електричного заряду та пояснення на його основі явища електризації тіл.

Електричний струм (струм провідності) в різних середовищах. Сила та густина струму, одиниці їх вимірювання. Сила струму як потік вектора густини струму через поперечний переріз провідника. Технічний напрям струму. Рівняння неперервності в інтегральній та диференціальній формах як найбільш загальна форма запису закону збереження заряду. Елемент струму як векторна величина.

Електромагнітне поле у вакуумі та його джерела. Поділ електромагнітного поля на електричне та магнітне поля; відносність такого поділу. Силкові та енергетичні характеристики електричного та магнітного полів. Графічна модель силкових полів (силкові лінії). Потенціальні та силкові вихрові поля.

Дія електричного поля на заряджену частинку та магнітного поля на елемент струму (сила Ампера). Принцип суперпозиції. Дія електромагнітного поля на рухому, заряджену частинку (сила Лоренца). Енергія зарядженої частинки, що рухається в електромагнітному полі.

Пробний заряд. Гіпотеза про кварки. Теоретичне обґрунтування елементарного заряду з об'єднаного закону Фарадея для електролізу (праці Стонея).

Джерела електричного струму (джерела сторонньої ЕРС). Електроємність та одиниці її вимірювання. Формула ємності плоского конденсатора з шаруватим діелектриком.

Неелектростатична природа джерел вихрових електричних полів. Центральні силкові поля. Однорідні електричне та магнітне поля.

Змістовий модуль 2. Експериментальні основи класичної електродинаміки

Фундаментальні емпіричні закони електростатики. Взаємодія однойменно та різнойменно заряджених частинок (наелектризованих тіл). Закон Кулона. Досліди Кулона. Крутильні терези Кулона. Вплив середовища на взаємодію заряджених тіл. Відносна та абсолютна діелектрична проникність середовища. Напруженість електричного поля точкового заряду, системи зарядів. Скалярний потенціал поля точкового заряду, системи зарядів. Рівняння зв'язку. Теорема Остроградського-Гауса про повний потік вектора напруженості електростатичного поля як математичний запис закону збудження потенціального електричного поля.

Закони постійного струму. Закон Ома в інтегральній та диференціальній формах. Електропровідність та опір провідника. Питома електропровідність та питомий опір. Температурна залежність електричного опору металів та її якісне пояснення. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формах. Співвідношення між одиницями вимірювання енергії калорією і джоулем.

Фундаментальні емпіричні закони магнітостатики. Досліди Ампера. Емпіричний закон Ампера. Обчислення сили взаємодії двох прямих паралельних провідників із струмом. Одиниця сили струму в СІ.

Відкриття Ерстедом магнітної дії електричного струму. Елемент струму як джерело вихрового магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа та його застосування до розрахунку магнітних полів прямого і колового струмів, на вісі нормального соленоїда.

Електромагнітна індукція та емпіричний закон Фарадея. Магнітний потік (потік вектора \vec{B}). ЕРС індукції у провіднику, що рухається у магнітному полі.

Гіпотеза Максвелла про струм зміщення. Обчислення густини струму зміщення. Матеріальне рівняння.

Явище самоіндукції. Індуктивність та одиниці її вимірювання. Індуктивність нормального соленоїда.

Теорема про циркуляцію вектора \vec{H} магнітного поля системи струмів як математичний запис закону збудження вихрового магнітного поля. *Відсутність у природі потенціальних магнітних полів та магнітних монополів.*

Змістовий модуль 3. Узагальнення емпіричних законів класичної електродинаміки в теорії Максвелла

Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі

Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі в інтегральній та диференціальній формах. Фізичний зміст кожного рівняння та їх зв'язок із фундаментальними емпіричними законами електродинаміки. *Повна система рівнянь Максвелла, матеріальних рівнянь і граничних умов для електромагнітного поля в середовищі. Наближення електродинаміки суцільних середовищ.*

Загальні властивості електромагнітного поля у вакуумі.

Силкові та енергетичні характеристики електромагнітного поля і зв'язок між ними (рівняння зв'язку). Залежність локальних характеристик електромагнітного поля від стану джерел цього поля. Електростатичне поле та його потенціальність. Стаціонарне магнітне поле та його вихровий характер. *Неоднозначність визначення скалярного і векторного потенціалів в точці поля. Рівняння для потенціалів. Калібрувальна інваріантність, умова Лоренца. Енергія та густина енергії електромагнітного поля.*

Енергія та густина енергії електричного, магнітного поля.

Густина потоку енергії електромагнітного поля. Вектор Умова-Пойтінга, як величина, що визначає густану потоку електромагнітного поля. *Закон збереження енергії для замкненої системи "частинка-поле" в інтегральній та диференціальній формах.*

Імпульс та густина імпульсу електромагнітного поля.

Тиск світла при поглинанні та відбиванні електромагнітних хвиль у феноменологічній теорії Максвелла (якісне пояснення, кількісні розрахунки). *Досліди Лебедева з експериментального визначення тиску світла. Поняття про радіометричний ефект і радіометр Крукса.*

Електростатичне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики.

Джерела електростатичного поля у вакуумі. Принцип суперпозиції. Обчислення напруженості та скалярного потенціалу поля системи точкових, лінійно та об'ємно розподілених зарядів. Рівняння Пуассона для скалярного потенціалу та його загальний розв'язок. Скалярний потенціал системи нерухомих зарядів у точці поля на великих відстанях від зарядів. Мультипольне розкладання скалярного потенціалу. Наближення точкового заряду; дипольне наближення.

Найпростіша електронейтральна система зарядів – електричний диполь. Характеристики диполя. Дипольний момент системи зарядів. Електричне поле системи зарядів у дипольному наближенні (формули для скалярного потенціалу та напруженості).

Енергія взаємодії системи нерухомих точкових зарядів. Потенціальна енергія зарядженого тіла.

Стаціонарне магнітне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики.

Джерела стаціонарного магнітного поля у вакуумі. Принцип суперпозиції. Теорема про циркуляцію вектора \vec{H} та її застосування до розрахунку стаціонарних магнітних полів.

Рівняння Пуассона для векторного потенціалу для системи струмів та його загальний розв'язок. Векторний потенціал системи рухомих точкових зарядів. Векторний потенціал системи заряджених частинок, що здійснюють фінитний рух на великих відстанях від системи. Мультипольне розкладання векторного потенціалу. Стаціонарне магнітне поле в магнітному дипольному наближенні.

Магнітний момент системи рухомих зарядів та струмів. Магнітний момент витка із струмом.

Електромагнітне поле зарядженої частинки, що рухається рівномірно прямолінійно.

Електромагнітні хвилі.

Зв'язок між змінними в часі вихровими електричним і магнітним полями. Вихрове електромагнітне поле в ідеальному діелектрику (вакуумі). Хвильове рівняння та його загальний розв'язок. Рівняння ЕМ-хвилі. Швидкість поширення ЕМ-хвилі у вакуумі та діелектричному середовищі. Фазова швидкість.

Хвильовий фронт. Плоскі монохроматичні ЕМ-хвилі. Сферичні ЕМ-хвилі. Рівняння плоскої ЕМ-хвилі та сферичної ЕМ-хвилі у випадку гармонічного закону зміни векторів \vec{E} та \vec{H} .

Ефект Доплера в електродинаміці та його практичне використання в сучасній науці і техніці.

Магнетики. Елементарні носії магнетизму в речовині. Діа-, пара- та феромагнетики. Температурна залежність магнітної сприйнятливості парамагнетиків, емпіричний закон Кюрі, формула Ланжевена. Точка Кюрі для феромагнетиків.

Квазістаціонарне електромагнітне поле в речовині.

Одержання змінної ЕРС та змінного струму в замкненому колі. Квазістаціонарне електромагнітне поле, умови квазістаціонарності. Проникнення змінного вихрового електромагнітного поля у провідник. Розподіл густини змінного струму у поперечному перерізі провідника, скін-ефект. Урахування скін-ефекту у колах змінного струму надвисоких частот. Проникнення змінного магнітного поля у провідник.

Електричні і магнітні властивості речовини.

Поляризація діелектриків в постійному електричному полі. Поляризація неполярних діелектриків. Діелектрична сприйнятливість полярних діелектриків. Діелектрики у змінних електричних полях. Пружно зв'язані електрони та їх вимушені коливання. Класична теорія дисперсії світла. Нормальна і аномальна дисперсії. Теорема Лармора і класична теорія діамагнітного ефекту. Парамагнітна сприйнятливість магнетиків зі сталим магнітним моментом молекул.

Примітка: Курсивом в програмі виділено питання, які винесено на самостійне опрацювання

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)				
	усього	у тому числі			
		лекції	пр	інд	сп/конс
Модуль 1. Електродинаміка					
Змістовий модуль 1. Основні поняття класичної електродинаміки					
Тема 1. Вступ.	1	1	-	-	-
Тема 2. Електричний заряд та його дискретність	6	1	2	-	3
Тема 3. Електричний струм	4	2	-	-	2
Тема 4. Електромагнітне поле у вакуумі та його джерела	2	-	-	-	2
<i>Тестове завдання 1 «Елементи теорії поля»</i>	2	-	-	-	2
Усього за змістовий модуль 1	15	4	2	-	9
Змістовий модуль 2. Експериментальні основи класичної електродинаміки					
Тема 1. Фундаментальні емпіричні закони електростатики	6	1	2	-	3
Тема 2. Закони постійного струму	6	1	2		3
Тема 3. Фундаментальні емпіричні закони магнітостатики	4	-	2	-	2
Тема 4. Електромагнітна індукція	8	2	2	-	4
<i>Тестове завдання 2 «Основні поняття та експериментальні основи класичної електродинаміки»</i>	2	-	-	-	2
Усього за змістовий модуль 2	26	4	8	-	14
Змістовий модуль 3. Узагальнення емпіричних законів класичної електродинаміки в теорії Максвелла					
Тема 1. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі	6	2	-	-	4
Тема 2. Загальні властивості електромагнітного поля у вакуумі	6	2	-		4
Тема 3. Енергія та густина енергії електричного, магнітного поля	6	1	2	-	3
Тема 4. Імпульс та густина імпульсу електромагнітного поля	3	1		-	2
Тема 5. Електростатичне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики	3	-	1	-	2
Тема 6. Стаціонарне магнітне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики	3	-	1	-	2
Тема 7. Електромагнітні хвилі	8	2	2	-	4
Тема 8. Магнетики	2	-	-	-	2
Тема 9. Квазістаціонарне електромагнітне поле в речовині	2	-	-	-	2
Тема 10. Електричні і магнітні властивості	2	-	-	-	2

речовини					
<i>Тестове завдання 3 «Теорія Максвелла»</i>	2	-	-	-	2
<i>Теоретичне завдання 4 «Обґрунтування рівняння Максвелла»</i>	2	-	-	-	2
Усього за змістовий модуль 3	45	8	6	-	31
Контрольна робота	4	-	-	-	4
Усього годин	90	16	16	-	58

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ (не передбачено)

6. ТЕМИ І ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

6.1. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1. Електродинаміка		
1	Електричний заряд і його поле. Принцип суперпозиції	2
2	Властивості електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса	2
3	Розрахунок магнітних полів на основі законів Біо-Савара-Лапласа та Ерстеда	2
4	Постійний електричний струм. Постійне магнітне поле	2
5	Електромагнітна індукція	2
6	Розрахунок електричних і магнітних полів за допомогою рівнянь Пуассона і Лапласа	2
7	Енергія електростатичного та магнітного полів	2
8	Електромагнітні хвилі	2
Усього годин		16

6.2. ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Модуль 1. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

Практична робота №1 «Електричний заряд і його поле. Принцип суперпозиції» 2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. Що називають електричним зарядом?
2. Перелічити і схарактеризувати основні властивості електричного заряду.
3. Що розуміють під поняттям „елементарний заряд”?
4. Вкажіть величину елементарного заряду.
5. Назвіть фундаментальні досліди по визначенню величини елементарного заряду, у чому суть запропонованих методів вимірювання?
6. Що розуміють під поняттям „питомий елементарний заряд”?
7. Вкажіть величину питомого елементарного заряду.
8. Назвіть фундаментальні досліди по визначенню величини питомого елементарного заряду, у чому суть запропонованих методів вимірювання?
9. Що розуміють під поняттям „точковий заряд” у класичній електродинаміці у тому випадку коли він неперервно розподілений у просторі?
10. Що розуміють під поняттям „точковий заряд” у класичній електродинаміці у тому випадку

коли розподіл його

у просторі дискретний?

11. Сформулюйте закон взаємодії двох точкових зарядів.
12. Якими способами вводиться одиниця вимірювання електричного заряду в електродинаміці?
13. Що називають об'ємною густиною електричного заряду, вказати одиниці вимірювання?
14. Що називають поверхневою густиною електричного заряду, вказати одиниці вимірювання?
15. Що називають лінійною густиною електричного заряду, вказати одиниці вимірювання?
16. Сформулювати закон збереження електричного заряду як експериментальний фундаментальний закон природи.
17. Які кількісні характеристики електромагнітного поля Ви знаєте?
18. Що називають силовою лінією поля?
19. Що називають екіпотенціальною поверхнею?
20. Що є силовою характеристикою електричного поля, як вводиться ця характеристика, одиниці її вимірювання?
21. Якою є графічна картина електростатичного поля? Привести приклади.
22. Що є енергетичною характеристикою електричного поля, як вводиться ця характеристика, одиниці її вимірювання?
23. Що є силовою характеристикою магнітного поля, як вводиться ця характеристика, одиниці її вимірювання?
24. Що є енергетичною характеристикою магнітного поля, як вводиться ця характеристика, одиниці її вимірювання?
25. Записати рівняння зв'язку між силовими і енергетичними характеристиками електромагнітного поля.
26. Яку систему зарядів називають електроізолюваною?
27. Сформулювати принцип суперпозиції полів при наявності декількох зарядів.
28. Чому дорівнює потенціал поля системи точкових зарядів, у тому випадку коли вони неперервно розподілений у просторі?
29. Чому дорівнює потенціал поля системи точкових зарядів, у тому випадку коли розподіл зарядів дискретний?
30. Записати рівняння по визначенню величини сили Лоренца стаціонарного електромагнітного поля.

Розв'язування задач за збірником:

Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. 2-е вид., пер. і доп. К.: Вища школа, 1978. 183 с.

В аудиторії: №№ 20; 24; 25

Додому: №№ 21; 22; 23.

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожену.

Максимальна кількість балів за ДЗ 1 – 6 балів.

Практична робота №2 «Властивості електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса» 2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. Сформулювати умови потенціальності векторного поля. Привести приклади такого роду полів, що вивчає класична електродинаміка.
2. Сформулювати умови соліноїдальності векторного поля. Привести приклади такого роду полів, що вивчає класична електродинаміка.

3. Які поля вважаються вихровими і безвихровими одночасно? Привести приклади такого роду полів, що вивчає класична електродинаміка.
4. Що називають потоком вектора напруженості електростатичного поля?
5. Як визначається елементарний потік вектора напруженості електростатичного поля для точкового джерела поля? Виконати малюнок.
6. Записати теорему Остроградського-Гаусса в диференціальній формі.
7. Записати теорему Остроградського-Гаусса в інтегральній формі.
8. Чому дорівнює потік вектора напруженості електростатичного поля, створений системою точкових зарядів через довільну замкнену поверхню у випадку, коли ця поверхня заряди не охоплює?

Розв'язування задач за збірником:

Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. 2-е вид., пер. і доп. К.: Вища школа, 1978. 183 с.

В аудиторії: №№ 25; 29; 31; 32

Додому: №№ 28; 30; 33

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожену. Максимальна кількість балів за ДЗ 6 – 6 балів.

Практична робота №3 «Розрахунок магнітних полів за допомогою закону Біо-Савара-Лапласа» **2 год.**

Запитання для самоконтролю:

1. Ким і в якому році був встановлений кількісний закон взаємодії магнітних полюсів?
2. Як називають розділ магнетизму, який вивчає стаціонарні магнітні поля?
3. Як визначається сила Ампера, що діє на об'ємний струм у магнітному полі?
4. Як визначається сила Ампера, що діє на лінійний струм у магнітному полі?
5. Записати емпіричний закон Ампера, який визначає силу взаємодії двох прямих провідників зі струмом.
6. Дати означення одиниці сили струму в СІ.
7. Що називають елементом струму?
8. Що є джерелом магнітного поля?
9. Сформулювати принцип суперпозиції для магнітних полів?
10. Записати закон Біо-Савара-Лапласа для лінійного струму.
11. Записати закон Біо-Савара-Лапласа для об'ємного струму.
12. Що називають циркуляцією вектора напруженості магнітного поля?
13. Що називають циркуляцією вектора індукції магнітного поля?
14. Записати матеріальні рівняння зв'язку між векторами напруженості і індукції магнітного поля.
15. Записати закон Ерстеда в диференціальній формі.
16. Записати закон Ерстеда в інтегральній формі.

Розв'язування задач за збірником:

Жирнов Н.И. Задачник-практикум по электродинамике. М.: Просвещение, 1970. 350 с.

В аудиторії: №№ 86*; 90*; 96*; 97*; 99*

Додому: №№ 87*; 98*; 100*

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожну. Максимальна кількість балів за ДЗ 3 – 6 балів.

Практична робота №4 «Постійний електричний струм. Постійне магнітне поле» 2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. Що називають постійним електричним струмом?
2. У чому відмінність між електричним полем постійних струмів і кулонівським полем статичних зарядів?
3. Дати означення одиниці електричного опору провідника.
4. Що називають електричною провідністю провідника? Одиниця вимірювання провідності в СІ.
5. Із чим фізично пов'язано існування електричного опору у провідників?
6. Від чого залежить опір однорідних провідників циліндричної форми?
7. Записати закон Ома для ділянки кола в інтегральній формі.
8. Що називають питомим опором провідника? Одиниця вимірювання питомого опору в СІ.
9. Що називають питомою провідністю провідника? Одиниця вимірювання питомої провідності в СІ.
10. Що називають температурним коефіцієнтом опору?
11. Записати закон Ома для ділянки кола у диференціальній формі.
12. Записати умову замкненості ліній постійного струму.
13. Який струм називають лінійним?
14. Які поля називають сторонніми?
15. Що називають ЕРС сторонніх сил джерела струму?
16. Яку ділянку кола називають неоднорідною?
17. Записати закон Ома для неоднорідного замкненого кола в інтегральній формі.
18. Записати закон Ома для неоднорідного ділянки кола в інтегральній формі.
19. Записати закон Джоуля-Ленца в диференціальній формі.
20. Записати закон Джоуля-Ленца в інтегральній формі.
21. Що називають векторним потенціалом магнітного поля?
22. Яку фізичну характеристику називають напруженістю магнітного поля, а яку його індукцією?

Розв'язування задач за збірником:

Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. 2-е вид., пер. і доп. К.: Вища школа, 1978. 183 с.

В аудиторії: №№ 54; 56; 57; 61

Додому: №№ 55; 59; 62

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожну. Максимальна кількість балів за ДЗ 4 – 6 балів.

Практична робота №5 «Електромагнітна індукція»

2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. У чому полягає явище електромагнітної індукції?
2. Назвіть дві причини, які можуть викликати явище електромагнітної індукції?
3. Наслідком якого рівняння Максвелла є закон електромагнітної індукції Фарадея?
4. Записати закон електромагнітної індукції у диференціальній формі.

5. Записати закон електромагнітної індукції в інтегральній форм.
6. Яка фізична величина визначає роботу електростатичних сил над одиничним точковим зарядом, який внесений у поле по замкненому контуру?
7. Сформулюйте правило Ленца для закону електромагнітної індукції Фарадея.
8. Чому дорівнює робота магнітної складової сили Лоренца по переміщенню електричного заряду?
9. Яка з складових магнітної сили виконує роботу по переміщенні електричного заряду у провіднику поміщеного перпендикулярно до зовнішнього магнітного поля?

Розв'язування задач за збірником:

Жирнов Н.И. Задачник-практикум по електродинаміці. М.: Просвещение, 1970. 350 с.

В аудиторії: №№ 134*; 135*; 136*; 137*

Додому: №№ 98*; 100*; 138*

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожну. Максимальна кількість балів за ДЗ 5 – 6 балів.

Практична робота №6 «Розрахунок електричних і магнітних полів за допомогою рівнянь Пуассона і Лапласа» **2 год.**

Запитання для самоконтролю:

1. Записати рівняння Пуассона для скалярного потенціалу електростатичного поля в диференціальній формі.
2. Записати рівняння Лапласа для скалярного потенціалу електростатичного поля в диференціальній формі.
3. Записати загальний розв'язок рівняння Пуассона для скалярного потенціалу електростатичного поля.
4. Записати рівняння Пуассона для векторного потенціалу магнітного поля в диференціальній формі.
5. Записати рівняння Лапласа для векторного потенціалу магнітного поля в диференціальній формі.
6. Записати загальний розв'язок рівняння Пуассона для векторного потенціалу магнітного поля.
7. Записати вигляд оператора Лапласа в декартовій системі координат.
8. Записати вигляд оператора Лапласа в сферичній системі координат.
9. Записати вигляд оператора Лапласа в циліндричній системі координат.
10. Записати рівняння зв'язку між скалярним потенціалом електростатичного поля та його напруженістю.
11. Записати рівняння зв'язку між векторним потенціалом магнітного поля та його індукцією.
12. Записати матеріальні рівняння зв'язку між індукцією і напруженістю магнітного поля та індукцією і напруженістю електричного поля.

Розв'язування задач за збірником:

Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. 2-е вид., пер. і доп. К.: Вища школа, 1978. 183 с.

В аудиторії: №№ 40; 42; 43; 45

Додому: №№ 41; 44; 59

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожну. Максимальна кількість балів за ДЗ 6 – 6 балів.

Практична робота №7 «Енергія електростатичного та магнітного полів»

2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. Дати означення густини енергії електромагнітного поля.
2. Як визначається густина енергії електричного поля через силову характеристику цього поля?
3. Що називають плоским конденсатором?
4. Що називають ємністю конденсатори та одиниці її вимірювання?
5. Чому дорівнює густина енергії електростатичного поля плоского конденсатора?
6. Як визначається потік вектора Умова-Пойтінга через деяку замкнену поверхню?
7. Який фізичний зміст вектора Умова-Пойтінга?
8. Як визначається енергія електростатичного поля у випадку розподілу електричного заряду провідника неперервно по його об'єму?
9. Як визначається енергія електростатичного поля у випадку розподілу електричного заряду провідника неперервно по його поверхні?
10. Дати означення коефіцієнта поверхневого натягу рідини.
11. Як визначається енергія електромагнітного поля?
12. Як визначається густина енергії магнітостатичного поля через силову характеристику цього поля?
13. Чому дорівнює густина енергії магнітостатичного, що збуджується постійним електричним струмом силою I ?
14. Записати закон Ампера для сили, що діє на замкнений контур із струмом з боку зовнішнього магнітного поля.
15. Як розраховується потік індукції магнітного поля, що збуджується струмом I_1 через контур зі струмом I_2 ?
16. Сформулювати закон збереження енергії для системи „частинка-поле”.
17. Що називають коефіцієнтом самоіндукції провідника, одиниці його вимірювання?
18. Як визначити коефіцієнти самоіндукції двох взаємодіючих провідників зі струмом?

Розв'язування задач за збірником:

Жирнов Н.И. Задачник-практикум по електродинамике. М.: Просвещение, 1970. 350 с.
 В аудиторії: №№ 36*; 37*; 116*; 119*
 Додому: №№ 41*; 115*; 120*

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожну. Максимальна кількість балів за ДЗ 7 – 6 балів.

Практична робота №8 «Електромагнітні хвилі»

2 год.

Запитання для самоконтролю:

1. Якими диференціальними рівняннями пов'язані між собою електричне і магнітне поля без урахування їхніх джерел?
2. Записати хвильові рівняння для електромагнітного поля у вакуумі.
3. Записати рівняння зв'язку між силовими та енергетичними характеристиками електромагнітного поля.
4. Записати і обґрунтувати загальний розв'язок хвильового рівняння (розв'язок Д'аламбера).
5. Що називають фазою хвилі?

6. Як визначається фазова швидкість електромагнітного поля у вакуумі?
 7. Що називають фронтом хвилі?
 8. Що називають плоскою монохроматичною хвилею? Записати рівняння такої хвилі для електромагнітного поля у вакуумі.
 9. Що називають сферичною монохроматичною хвилею? Записати рівняння такої хвилі для електромагнітного поля у вакуумі.
 10. Які співвідношення між полями \vec{E} і \vec{H} вказують на поперечність електромагнітної хвилі? Виконати малюнок.

Розв'язування задач за збірником:

Жирнов Н.И. Задачник-практикум по электродинамике. М.: Просвещение, 1970. 350 с.

В аудиторії: №№ 156*; 158*; 161*; 162*

Додому: №№ 157*; 160*; 165*

Домашнє завдання: Розв'язати 3 домашні задачі за планом практичного заняття в зошиті, відскакувати, прикріпити як відповідь і відправити на перевірку у Google Classroom дисципліни. Задачі оцінюються по 2 бали за кожену.

Максимальна кількість балів за ДЗ 8 – 6 балів.

6.3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Розв'язування задач з курсу теоретичної фізики мають на меті перевірити вміння студента самостійно розв'язувати різноманітні фізичні задачі, аналогічні до тих, що були розглянуті під час практичних занять.

Пам'ятайте, що широту погляду на запропоновану задачу, вміння пов'язувати її з законами природи і з іншими суміжними задачами треба рішуче протиставити пошукам «потрібної формули» на основі здогадів, з'ясуванню, для чого дано ту чи іншу величину.

Розв'язування фізичних задач, як правило, має три етапи:

- 1) аналізу фізичної проблеми або опису фізичної ситуації;
- 2) пошуку математичної моделі розв'язку;
- 3) реалізації розв'язку та аналізу одержаних результатів.

На першому етапі фактично відбувається побудова фізичної моделі задачі, що подана в її умові:

- аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого;
- конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (малюнки, схеми, графіки тощо);
- скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

На другому, математичному етапі розв'язування фізичних задач відбувається пошук зв'язків і співвідношень між відомими величинами і невідомим:

- вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі;
- враховуються конкретні умови фізичної ситуації, що описується в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів (початкові умови, фізичні константи тощо);
- приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі, запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

На третьому етапі здійснюються такі дії:

- аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого;
- аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді;
- узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших шляхів розв'язку.

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

Тема	Кількість годин
Модуль 2. Електродинаміка	
Змістовий модуль 1. Основні поняття класичної електродинаміки	
Тема 2. Електричний заряд та його дискретність	3
Тема 3. Електричний струм	2
Тема 4. Електромагнітне поле у вакуумі та його джерела	2
<i>Тестове завдання 1 «Елементи теорії поля»</i>	2
Змістовий модуль 2. Експериментальні основи класичної електродинаміки	
Тема 1. Фундаментальні емпіричні закони електростатики	3
Тема 2. Закони постійного струму	3
Тема 3. Фундаментальні емпіричні закони магнітостатики	2
Тема 4. Електромагнітна індукція	4
<i>Тестове завдання 2 «Основні поняття та експериментальні основи класичної електродинаміки»</i>	2
Змістовий модуль 3. Узагальнення емпіричних законів класичної електродинаміки в теорії Максвелла	
Тема 1. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі	4
Тема 2. Загальні властивості електромагнітного поля у вакуумі	4
Тема 3. Енергія та густина енергії електричного, магнітного поля	3
Тема 4. Імпульс та густина імпульсу електромагнітного поля	2
Тема 5. Електростатичне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики	2
Тема 6. Стаціонарне магнітне поле у вакуумі у рівняннях математичної фізики	2
Тема 7. Електромагнітні хвилі	4
Тема 8. Магнетики	2
Тема 9. Квазістаціонарне електромагнітне поле в речовині	2
Тема 10. Електричні і магнітні властивості речовини	2
<i>Тестове завдання 3 «Теорія Максвелла»</i>	2
<i>Теоретичне завдання «Обґрунтування рівняння Максвелла»</i>	2
Контрольна робота	4
Усього годин	58

8. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

– *методи пізнання*: абстрагування, ідеалізація, узагальнення і систематизація знань, проблемно-пошуковий, моделювання фізичних явищ і процесів на лекціях; актуалізація опорних знань та послідовне виконання визначеної системи завдань на практичних заняттях; індивідуальне обговорення складних для засвоєння студентами теоретичних питань та індивідуальних завдань курсу на консультаціях;

– *методи управління*: моніторинг рівнів сформованості (мотивації – професійної, навчально-пізнавальної, соціальної інтенсифікації, утилітарної; засвоєння – глибина, міцність, системність знань, успішність вивчення дисципліни; наукового світогляду – фундаментальності, інтегрованості і технологічності знань з дисципліни тощо) – діагностика, аналіз, коригування.

10. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Усне (на практичних заняттях на екзамені) та письмового опитування (розв'язування домашніх задач і контрольної роботи), тестове опитування (за змістом теоретичних питань програми дисципліни), колективне обговорення (запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами, рефератів та ін.).

Норми оцінювання усних відповідей:

При оцінюванні усної відповіді студентом оцінюються:

- висвітлення логічно відповідає змісту питань курсу;
- знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення;
- знання й висвітлення експериментальних результатів;
- знання принципів і постулатів;
- уміння пов'язувати зміст питань курсів загальної й теоретичної фізики;
- виражати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу та наукового світогляду людства;
- вміння застосувати знання в новій ситуації.

Оцінювання теоретичних питань під час усного опитування.

5 балів ставиться тоді, коли студент: виявляє правильне розуміння фізичного змісту розглядуваних явищ і закономірностей, законів і теорій, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення фізичних величин буде відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

4 бали студент одержує в разі неповного відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками.

3 бали оцінюється відповідь, у якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів.

У 0 балів оцінюється відповідь, що складають логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів.

Оцінювання тестових та теоретичного завдань:

Під час виконання **тестових завдань** оцінювання здійснюється відповідно до критеріїв і структури завдання (1 бал за кожен правильну відповідь з накопиченням за кількістю запитань тесту. Підсумкова кількість балів переводиться в оцінку за рівнями – високий «відмінно», достатній «добре», середній «задовільно», низький «незадовільно»).

1. Тестове завдання "Елементи теорії поля":

Виконати 36 тестових завдань, з яких 29 з вибором одного правильного варіанта відповіді (1 бал за кожне), 7 - з декілька правильних варіантів відповідей (2 бали за кожне). Максимальна кількість балів за тест = 43, яка переводиться в оцінку, з округленням у бік цілого, в чотирибальну шкалу: 43 балів – високий рівень – "відмінно", 32 балів – достатній рівень – "добре", 21 балів – середній рівень – "задовільно", 11 балів – низький рівень – "незадовільно".

2. Тестове завдання "Основні поняття та експериментальні основи класичної електродинаміки":

Виконати 50 тестових завдань: Кількість балів за кожен правильну відповідь =1. Максимальна кількість балів за тест = 50, яка переводиться в оцінку, з округленням у бік цілого, в чотирибальну шкалу: 50 балів – високий рівень – "відмінно", 40 балів – достатній рівень – "добре", 30 балів – середній рівень – "задовільно", 20 балів – низький рівень – "незадовільно".

3. Тестове завдання "Теорія Максвелла":

Виконати 25 завдань, з яких 22 з вибором одного правильного варіанта відповіді (1 бал за кожне), 3 - з декілька правильних варіантів відповідей (2 бали за кожне). Максимальна кількість балів за тест = 28, яка переводиться в оцінку, з округленням у бік цілого, в чотирибальну

шкалу: 28 балів – високий рівень – "відмінно", 22 балів – достатній рівень – "добре", 16 балів – середній рівень – "задовільно", 10 балів – низький рівень – "незадовільно".

4. Теоретичне завдання «Обґрунтування рівнянь Максвелла»

Обґрунтувати одне з диференціальних рівнянь Максвелла (вибір – за варіантом). Завдання оцінюється в 5 балів за накопичуваною системою: 1 бал – за перетворення та зведення рівняння з диференціальної форми в інтегральну; 1 бал – формулювання змісту інтегральної форми; 1 бал – виконання малюнку і пояснення; 1 бал – обґрунтування фізичного змісту рівняння; 1 бал – встановлення зв'язку з емпіричними законами класичної електродинаміки.

Оцінювання завдань з розв'язування домашніх задач та контрольної роботи

Розв'язати 3 задачі: Максимальна кількість балів за кожну правильно розв'язану задачу = 2. Підсумкова оцінка, яка виставляється в академічний журнал, визначається шляхом додавання отриманих балів за всі розв'язані задачі

6 балів – високий рівень «відмінно» ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше й більше логічних кроків, зводить значення фізичних величин до єдиної системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

5 балів – достатній рівень «добре» ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру, зводить значення фізичних величин до єдиної системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

3 бали – достатній рівень «задовільно» ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру, зводить значення фізичних величин до єдиної системи вимірювання, робить перевірку одиниць вимірювання шуканої фізичної величини.

У інших випадках відповідь оцінюється як **низький рівень «незадовільно» (2 і менше балів)**.

Виконання **контрольної роботи** передбачає розв'язання 5 задач за варіантами.

Кількість балів за кожну правильно розв'язану задачу контрольної роботи – 2. Максимальна кількість балів – 10.

Підсумкова оцінка, яка виставляється в академічний журнал, визначається шляхом додавання отриманих балів за розв'язані задачі.

Підсумковий бал **на екзамені** обраховується як сума балів за виконані завдання в екзаменаційному білеті.

Оцінювання контрольної роботи:

Розв'язати 5 задач за варіантами: Максимальна кількість балів за кожну правильно розв'язану задачу = 2. Підсумкова оцінка, яка виставляється в академічний журнал, визначається шляхом додавання отриманих балів за всі розв'язані задачі

10-9 балів – високий рівень – «відмінно» ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше й більше логічних кроків.

8-7 балів – достатній рівень «добре» ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язати задачу на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

6-5 балів – середній рівень «задовільно» ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

У всіх інших випадках відповідь оцінюється як **«незадовільно» – низький рівень (бі нижче балів)**.

Зміст **екзаменаційних білетів** складається з двох теоретичних питань і задачі (кожне теоретичне питання оцінюється в 13 балів; з розв'язування задачі – в 16 балів. Усього 40 балів).

Оцінювання теоретичного питання під час усного опитування на екзамені.

13 балів ставиться тоді, коли студент: виявляє правильне розуміння фізичного змісту розглянутих явищ і закономірностей, законів і теорій, дає точне визначення і тлумачення

основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення фізичних величин буде відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

10 бали студент одержує в разі неповного відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками.

7 бали оцінюється відповідь, у якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів.

5 і нижче балів перетворюються в 1 бал і відповідь оцінюється як така, що складає логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів.

Практичне завдання на екзамені:

Максимальна кількість балів за правильно розв'язану задачу - 14 балів

Вказівки:

Рекомендовано дотримуватись пропонованих кроків, кожен з яких оцінюється:

- Записати коротку умову задачі (за необхідності звести одиниці вимірювання в систему СІ) – 1 бали;
- Виконати рисунок, який віддзеркалює умову та хід розв'язку – 1 бали;
- Записати базові формули і формули зв'язку між ними в диференціальній формі – 4 бали;
- Доповнити розв'язок додатковими математичними умовами та перетвореннями – 2 бали;
- Виконати розв'язання задачі і отримати кінцеву формулу – 2 бали
- Здійснити розрахунки – 2 бали
- Перевірити одиниці вимірювання – 1 бал
- Записати відповідь – 1 бал

Оцінювання завдань для підвищення рейтингу:

Студенти можуть отримати додаткові **10 балів** за результатами дистанційного навчання на курсах міжнародних онлайн-платформ, на яких університет має право адміністрування (Coursera, EDx, Udey for Business, Labser), за умови погодження теми, термінів та тривалості курсу з викладачем. Формалізація результатів навчання – **подання сертифікату** про завершення навчання на відповідному курсі.

11. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

Кількість балів за видами поточного контролю	Кількість балів за екзамен	Підсумкова кількість балів
60	40	100

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ЗА ВИДАМИ ПОТОЧНОГО КОНТРОЛЮ

Види поточного контролю	Кількість балів
Теоретична підготовка: Виконання тестових та теоретичного завдання	
<i>Тестове завдання 1 «Елементи теорії поля»</i>	5
<i>Тестове завдання 2 «Основні поняття та експериментальні основи класичної електродинаміки»</i>	5
<i>Тестове завдання 3 «Теорія Максвелла»</i>	5
<i>Теоретичне завдання 4 «Обґрунтування рівняння Максвелла»</i>	5
Практична підготовка: Розв'язування домашніх задач та контрольної роботи	
ДЗ 1: Електричний заряд і його поле. Принцип суперпозиції	6
ДЗ 2: Властивості електростатичного поля. Теорема Остроградського-Гауса	6
ДЗ 3: Розрахунок магнітних полів на основі законів Біо-Савара-Лапласа та	6

Ерстеда	
ДЗ 4: Постійний електричний струм. Постійне магнітне поле	6
ДЗ 5: Електромагнітна індукція	6
ДЗ 6: Розрахунок електричних і магнітних полів за допомогою рівнянь Пуассона і Лапласа	6
ДЗ 7: Енергія електростатичного та магнітного полів	6
ДЗ 8: Електромагнітні хвилі	6
Контрольна робота (за варіантами)	10
Всього:	78×0,77=60

Розподіл балів

Теоретична підготовка				Практична підготовка									Всього балів: 78×0,77	
T1	T2	T3	T4	ДЗ1	ДЗ2	ДЗ3	ДЗ4	ДЗ5	ДЗ6	ДЗ7	ДЗ8	КР		
5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	60

Примітка: Оцінювання проводиться за видами освітньої діяльності: Т – виконання тестових та теоретичного завдання (4 завдання по 5 балів); ДЗ – розв’язування домашніх задач (8 завдань по 3 задачі, 2 бали за задачу); КР – контрольна робота за варіантами (5 задач по 2 бали за задачу).

Кількість балів за результатом поточного контролю – 60 балів.

Екзамен – 40 балів: два теоретичних питання (по 13 балів за кожне) і задачі (14 балів).

Усього за курс – 100 балів

Підвищення рейтингу в 10 балів корелює підсумкову кількість балів лише до їхнього максимально значення – 100 балів.

Оцінювання кінцевого результату у випадку підсумкової форми контролю – „екзамен”

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	добре
64-73	D	задовільно
60-63	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно
0-34	F	незадовільно

12. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичний комплекс дисципліни (конспекти лекцій, перелік запитань для самоконтролю під час підготовки до практичних занять, приклади розв’язування задач, завдання для виконання контрольної роботи, тестові та теоретичне завдання, екзаменаційні білети тощо).

13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Беллюстин С.В. Классическая электронная теория. М.: Высшая школа, 1971. 352 с.
2. Бугаенко Г.О., Фонкич М.Е. Курс теоретичної фізики. Електродинаміка. Теорія Відносності К.: Радянська школа, 1965, 419 с.
3. Жирнов Н.И. Задачник-практикум по электродинамике. М.: Просвещение, 1970. 350 с.
4. Измайлов С.В. Курс электродинамики: [учебник для физ-мат фак. пед. институтов]. М.: Учпедгиз, 1962. 439 с.

5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Краткий курс теоретической физики. Кн. 1. М.: Наука, 1969. 271 с.
6. Мазуренко Д.М., Альперин М.М. Задачі і вправи з теоретичної фізики. К.: Вища школа, 1978. 183 с.
7. Матвеев А.Н. Электродинамика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1964. 426 с.
8. Мултановский В.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. М.: Просвещение, 1990. 270 с.
9. Пеннер Д.И., Угаров В.А. Электродинамика и специальная теория относительности. М.: Просвещение, 1980. 271 с.
10. Савельев И.В. Основы теоретической физики. Т.1. Механика, электродинамика. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. 496 с.
11. Тамм И.Е. Основы теории электричества. Е. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. 504 с.
12. Федорченко А.М. Теоретична фізика: Підручник: У.2 т. Т.1. Класична механіка і електродинаміка. К.: Вища школа, 1992. 535 с.
13. Федорченко А.М. Теоретическая физика. Классическая электродинамика. К.: Вища школа, 1988. 277 с.

14. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. <http://ilib.mirror1.mccme.ru/>
2. http://booksobzor.info/estestvoznanie_nauchnotehnicheskaja_literatura
3. <http://www.femto.com.ua/start.html>
4. <http://newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/>
5. <http://www.netbook.perm.ru/fisika.html>
6. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>