

Розробники:

Боровий Микола Олександрович, доктор фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри загальної фізики
(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри оптики

СК (Кондратенко С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 8 від «19» травня 2025 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол №10 від «23» травня 2025 року

Голова науково-методичної комісії ОЛ (Оліх О.Я.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – отримання глибоких та систематичних знань з курсу електрики та магнетизму.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати закони механіки, молекулярної фізики, основи математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, методи розв'язку диференціальних рівнянь.
2. Вміти застосовувати попередні знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, лінійної алгебри та аналітичної геометрії для розв'язку задач механіки та молекулярної фізики.
3. Володіти навичками диференціювання та інтегрування раціональних функцій, розв'язування рівнянь у частинних похідних, оперуванням векторними величинами.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В курсі Електрика та магнетизм розглядаються електромагнітні явища та закони електромагнетизму в межах курсу загальної фізики для фізичних факультетів класичних університетів. Стратегія курсу – рух від експериментально отриманих закономірностей електромагнітних явищ до їх узагальнення в системі рівнянь Максвелла. Викладення фундаментальних закономірностей електромагнітних взаємодій супроводжується розглядом важливих прикладних проблем. Фундаментальний характер закономірностей, що представлені в даному курсі, визначає його базисне місце серед інших курсів фізики, зокрема, курсів оптики, атомної фізики, електроніки і частково ядерної фізики, ряду курсів теоретичної фізики. Результати навчання полягають в умінні застосовувати основні закони електромагнетизму як для розв'язку задач з усіх розділів курсу, так і в отриманні навичок практичного використання таких законів при виконанні експериментальних лабораторних робіт з електрики та магнетизму. Методи викладання: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації, іспит. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, колоквиум, контрольні роботи після основних розділів курсу, захист виконаних лабораторних робіт, екзамен. Підсумкова оцінка складається з семестрових модульних оцінок (60%) та оцінки підсумкового контролю знань (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння основних законів електрики та магнетизму, оволодіння методами і принципами як теоретичного розв'язку задач, так і планування та виконання фізичного експерименту в галузі електромагнетизму.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань Е «Природничі науки, математика та статистика», спеціальність Е5 «Фізика та астрономія», ОП «Оптика» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та оптики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів сучасної оптики, що характеризується складністю та невизначеністю умов, здатність організовувати і проводити оптичні вимірювання, розробляти і використовувати на практиці оптичні системи і оптоелектронні комплекси.

Загальних:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК7. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Фахових:

ФК01. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК02. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК03. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК04. Здатність працювати з науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

ФК06. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.

ФК09. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

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

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

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати визначення основних фізичних величин, що характеризують електромагнітні явища. Знати основні фізичні експерименти, на яких базуються закони електромагнетизму. Знати математичне формулювання та фізичний зміст основних принципів та законів електрики і магнетизму. Знати одиниці вимірювання основних фізичних величин, що характеризують електромагнітні	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, захист лабораторних робіт, колоквиум, екзамен	25

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

	явища, у Системі інтернаціональній (CI).			
1.2	Знати принцип дії та призначення основних типів вимірювальних приладів, які використовуються для експериментального визначення фізичних величин в електриці та магнетизмі, а також можливості і межі їх застосування.	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, захист лабораторних робіт, колоквиум, екзамен	10
1.3	Знати основні сучасні досягнення фізики в галузі електромагнетизму та їх практичне застосування.	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, захист лабораторних робіт, колоквиум, екзамен	5
2.1	Вміти розв'язувати основні типи задач з електрики та магнетизму; створювати фізичні моделі електромагнітних явищ.	Практичні заняття	Модульні контрольні роботи (наприкінці 1-го та 2-го змістового модуля)	40
3.1	Аргументовано пояснювати фізичний зміст законів і розв'язків задач. Знати і використовувати фахову фізико-математичну термінологію під час відповідей на запитання та обговорення результатів.	Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи	Колоквиум, іспит	10
4.1	Самостійно виконувати аналітичні розрахунки та обробку результатів експериментальних досліджень. Відповідально ставитися до достовірності результатів, перевіряти їх коректність. Дотримуватися академічної доброчесності.	Лекції практичні заняття, самостійна робота	Контрольні роботи, іспит	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання						
ПРН01. 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.						
ПРН03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів.	+	+	+	+	+	
ПРН04. 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.	+	+		+		+
ПРН05. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.	+		+			+
ПРН6. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.		+		+		
ПРН08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.	+	+	+	+		+
ПРН11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.	+	+			+	+
ПРН14. 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.	+		+	+	+	
ПРН16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.	+	+			+	+
ПРН17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.	+	+	+	+		
ПРН22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.	+	+	+		+	+
ПРН23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.	+	+	+			
ПРН27. Розуміти зв'язок оптики, лазерної фізики та оптоелектроніки з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими	+			+		+

основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук.					
ПРН28. Мати уявлення про трансдисциплінарний шлях розвитку науки та його значення для вибору майбутньої освітньої траєкторії.		+		+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Усна відповідь при опитуванні (2 бали – 3 бали).
2. Виконання домашніх завдань, активність під час розв'язку задач (3 бали – 4 балів).
3. Захист лабораторних робіт (3 бали – 5 балів)
4. Колоквіум (5 балів – 10 балів).
5. Перша модульна контрольна робота (7 балів – 12 балів).
6. Друга модульна контрольна робота (8 балів – 14 балів).

П.1 - П.5. формують загальну оцінку першого змістового модулю.

П.1 - П.3, П6 формують загальну оцінку другого змістового модулю.

- **підсумкове оцінювання у формі іспиту**, максимальна оцінка 40 балів (рубіжна оцінка 24 бали). Підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів), яка визначається як сума балів за систематичну роботу впродовж семестру та за результатами проведення іспиту. *Результатами навчання, які оцінюються під час іспиту, є РН 1.1. - 4.2.*

При простому розрахунку отримаємо:

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Екзамен	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>20</u>	<u>16</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>34</u>	<u>26</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше 36 балів. Для допуску до екзамену студент обов'язково має написати передбачені програмою контрольні роботи або написати заключну семестрову контрольну роботу. Оцінка за іспит не може бути меншою 24 балів для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

Умовою отримання позитивної результуючої оцінки з дисципліни є досягнення не менш як 60% від максимально можливої кількості балів.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).

Рівень досягнення запланованих результатів навчання визначається за результатами написання та захисту письмових контрольних робіт, відповідей при усному опитуванні.

Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови її опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1. – 1.3 (знання) – до 40% ;
- результати навчання – 2.1 (вміння) – до 40% ;
- результати навчання – 3.1 (комунікація) – до 10% ;
- результати навчання – 4.1 (автономність і відповідальність) – до 10% .

У курсі передбачено 2 змістові модулі. Після завершення відповідних тем проводяться модульні контрольні роботи. Передбачено також проведення колоквіуму, оцінка за який входить до суми

балів за перший змістовий модуль.

7.3 Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Самостійна робота
Частина 1.					
Змістовий модуль 1. Електростатика. Постійний електричний струм					
1	Тема 1. Електричний заряд. Напруженість електричного поля. Електричний заряд. Властивості електричних зарядів. Елементарні носії електричного заряду. Закон збереження електричного заряду. Електростатичне поле. Закон взаємодії електричних зарядів (закон Кулона). Системи одиниць вимірювання електричних величин СІ та СГСЕ. Напруженість електростатичного поля. Напруженість поля точкового заряду. Силові лінії електростатичного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Розв’язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв’язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6
2	Тема 2. Теорема Гаусса для електричного поля у вакуумі. Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Гаусса в інтегральній формі для зарядів у вакуумі. Приклади застосування теореми Гаусса (відшукування напруженості електричного поля зарядженої провідної сферичної оболонки, рівномірно зарядженої кулі, рівномірно заряджених нескінченно довгих циліндра, нитки та нескінченної площини). Теорема Гаусса у диференціальній формі. Локальність теореми Гаусса та польові уявлення. Теорема Ірншоу. Нестабільність атомної системи статичних зарядів. Робота сил електростатичного поля. Циркуляція та ротор вектора напруженості електричного поля. Потенціальність електростатичного поля. Розв’язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Вивчення електростатичних полів». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв’язок задач для самостійного вирішення.	2	2	2	6

3	Тема 3. Потенціал електричного поля. Загальна задача електростатики. Потенціал та різниця потенціалів. Потенціал електричного поля точкового заряду. Одиниці вимірювання потенціалу. Зв'язок між напруженістю та потенціалом електричного поля. Одиниці вимірювання напруженості. Еквіпотенціальні поверхні. Застосування принципу суперпозиції електричних полів для відшукування потенціалу системи електричних зарядів. Потенціал поля однорідно заряджених кулі, тонкої сфери. Потенціальна енергія системи точкових електричних зарядів. Загальна задача електростатики. Рівняння Пуассона та Лапласа. Типи граничних умов. Єдиність розв'язку загальної задачі електростатики. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Метод компенсації в електричних вимірюваннях». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	3	6
4	Тема 4. Електричний диполь. Електричний диполь. Дипольний момент. Потенціал та напруженість електричного поля диполя на великих відстанях. Момент сил, що діють на диполь в однорідному електричному полі. Енергія взаємодії диполя з електричним полем. Сила, що діє на диполь у неоднорідному електричному полі. Електричне поле в речовині. Мікро- та мікрополе. Незаряджений провідник в електричному полі. Явище електростатичної індукції. Електростатичний захист. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6
5	Тема 5. Електричне поле в речовині. Електричне поле зарядженого провідника. Силкові лінії та еквіпотенціальні поверхні електричного поля зарядженого провідника. Розподіл заряду по поверхні провідника. Напруженість поля біля поверхні провідника. Вістря. Діелектрики з полярними та неполярними молекулами, іонні кристали. Поляризація діелектриків. Вектор поляризації (електрична поляризованість) та поляризаційні заряди. Діелектрична сприйнятливість. Потік вектора поляризації при неоднорідній поляризації. Теорема Гаусса для електричного поля в діелектрику в інтегральній та диференціальній формі. Вектор електричної індукції (електричного зміщення). Діелектрична проникність. Граничні умови для векторів напруженості та індукції електричного поля. Напруженість електричного поля у діелектрику. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6

6	Тема 6. Електроємність. Енергія електричного поля. Електрична ємність відокремленого провідника. Одиниці вимірювання ємності. Конденсатори. Ємність конденсатора. Обчислення ємності плоского, циліндричного та сферичного конденсаторів. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів. Довільна система заряджених провідників - загальний зв'язок між потенціалами та зарядами провідників. Ємнісні та потенціальні коефіцієнти. Приклади. Енергія зарядженого конденсатора. Густина енергії електричного поля. Повна енергія електричного поля системи заряджених тіл, власна енергія та енергія взаємодії. Робота з поляризації діелектрика. Сили, що діють на діелектрик в неоднорідному електричному полі. Пондеромоторні сили. Електрострикція. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6
7	Тема 7. Характеристики електричного струму. Електричний струм. Умови створення струму. Сила та густина струму, одиниці їх вимірювання. Рівняння неперервності для електричного струму. Зв'язок між густиною струму та зарядом, концентрацією і швидкістю впорядкованого руху носіїв заряду. Рухливість носіїв заряду. Закон Ома у диференціальній формі. Питома електропровідність та питомий електроопір. Електричне поле у провіднику при проходженні постійного струму. Роль поверхневих зарядів у створенні поля у провіднику. Встановлення рівноважного стану при появі об'ємних зарядів у провіднику, час максвелівської релаксації. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Метод компенсації в електричних вимірюваннях». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	-	3	8
8	Тема 8. Закон Ома. Умови створення постійного струму. Сторонні сили. Електрорушійна сила (е.р.с.) джерела струму. Закон Ома у диференціальній формі при наявності поля сторонніх сил. Спад напруги. Закон Ома для ділянки кола в інтегральній формі. Електричний опір. Електроопір однорідного провідника. Одиниці вимірювання електроопору, питомого електроопору та питомої електропровідності. Електроопір при послідовному та паралельному з'єднанні провідників. Робота та потужність при проходженні електричного струму. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6

9	Тема 9. Правила Кірхгофа. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа. Приклади застосування. Перехідні процеси у колі з конденсатором - розрядження та зарядження конденсатора. Класифікація речовин за величиною питомої електропровідності та характером її температурної залежності – провідники, напівпровідники та діелектрики. Поняття про класичну теорію електропровідності металів (модель Лоренца-Друде) та її обмеженість. Розв’язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв’язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6
10	Тема 10. Енергетичні зони в кристалах. Поняття про квантово-механічний опис руху електронів у кристалах. Одночастинкові квантові стани та одночастинкові хвильові функції електронів. Принцип Паулі. Застосування статистики Фермі-Дірака до опису розподілу електронів за одночастинковими станами. Хімічний потенціал газу вільних електронів у металі та енергія Фермі. Вироджений електронний газ. Міжатомна взаємодія та розщеплення атомних енергетичних рівнів на енергетичні зони. Схема заповнення енергетичних зон у металах. Рівень Фермі та поверхня Фермі. Залежність опору металів від температури. Явище надпровідності та його природа. Зонна схема енергії електронів у напівпровідниках – валентна, заборонена зони та зона провідності. Розв’язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв’язок задач для самостійного вирішення.	2	-	-	7
11	Тема 11. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Утворення парноелектронних зв'язків у кремнії та германії. Поняття про sp^3-гибридизацію. Власна провідність напівпровідників. Вільні електрони та дірки. Застосування статистики Больцмана до опису електронних станів у власних напівпровідниках. Ширина забороненої зони та положення рівня Фермі у власному напівпровіднику. Залежність опору напівпровідників від температури. Домішкова провідність. Донори та акцептори. Напівпровідники p- та n-типу. Контакт двох напівпровідників з різним типом провідності. Розв’язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Визначення концентрації носіїв заряду в напівпровідниках з ефекту Холла». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв’язок задач для самостійного вирішення.	2	-	3	7

12	Тема 12. $p - n$-перехід. Напівпровідникові прилади. $p - n$-перехід та його випрямляюча дія. Напівпровідниковий діод. Біполярний транзистор. Підсилювач напруги та потужності на основі біполярного транзистору. Фоторезистор. Фотодіод та фототранзистор. Світлодіод (LED). Фотовольтаїчний ефект. Сонячний елемент. Органічні фотовольтаїчні елементи. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Залежність опору металів та напівпровідників від температури». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	-	3	7
13	Тема 13. Робота виходу, термоелектричні ефекти. Робота виходу у металі. Внутрішня та зовнішня контактна різниця потенціалів. Ефект Зеебека. Термо-е.р.с та термоелектричний струм. Ефект Пельтье та ефект Томсона. Напівпровідникові термоелементи. Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Густина струму насичення (формула Річардсона-Дешмана). Вторинна електронна емісія. Фотоелектронний помножувач. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	-	-	7
Частина 2. Змістовий модуль 2. Стаціонарне магнітне поле. Електромагнітні явища					
14	Тема 14. Магнітне поле струмів та зарядів, що рухаються. Магнітна взаємодія електричних струмів у вакуумі. Магнітне поле. Силова характеристика поля – вектор магнітної індукції. Сила, що діє на заряд, який рухається, з боку магнітного поля. Сила Лоренца. Магнітне поле заряду, що рухається. Магнітне поле елемента струму (закон Біо-Савара-Лапласа). Принцип суперпозиції магнітних полів. Магнітне поле прямолінійного провідника кінцевої довжини, нескінченного довгого провідника. Силкові лінії (лінії індукції) магнітного поля. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Явище гістерезису в феромагнетизмі». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	3	6

15	Тема 15. Природа та властивості магнітного поля. Сила, що діє на елемент струму з боку магнітного поля. Закон Ампера. Взаємодія струмів. Взаємодія двох довгих прямолінійних провідників зі струмом. Введення одиниці вимірювання сили струму в СІ – ампера. Магнітний потік, одиниці визначення магнітного потоку в СІ. Теорема Гаусса для магнітного поля в інтегральній та диференціальній формі. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції у вакуумі. Обчислення індукції магнітного поля соленоїда. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Вимірювання напруженості магнітного поля вздовж осі соленоїда індукційним методом». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	3	6
16	Тема 16. Магнітні властивості атомів. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції у диференціальній формі. Вихровий характер магнітного поля. Магнітний момент замкненого струму. Магнітний момент в однорідному та неоднорідному магнітному полі – обертальний момент, який діє на замкнений струм, енергія взаємодії з магнітним полем та сила, що діє на магнітний момент в неоднорідному магнітному полі. Магнітні властивості атомів. Орбітальний та власний магнітні моменти електрона. Гіромагнітне відношення для власного та орбітального магнітних моментів електрона. Мікроскопічні (молекулярні) струми в речовині – сучасні уявлення. Вектор намагніченості (намагніченість). Циркуляція вектора намагніченості та сила молекулярних струмів. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	-	-	7
17	Тема 17. Магнітне поле в речовині. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції в речовині. Напруженість магнітного поля. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля в речовині. Магнітна сприйнятливість. Відносна магнітна проникність. Граничні умови для векторів магнітної індукції та напруженості магнітного поля на границі двох магнетиків. Типи магнетиків: діа-, пара- та ферромагнетики. Перетворення електричного та магнітного полів. Інваріанти електромагнітного поля. Релятивістська природа магнетизму. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	1	-	6

18	Тема 18. Електромагнітна індукція. Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Процеси, які зумовлюють виникнення е.р.с. індукції. Закон електромагнітної індукції в інтегральній та диференціальній формі. Вихрове електричне поле. Струми Фуко. Індуктивність контура зі струмом. Індуктивність соленоїда. Явище самоіндукції. Магнітно-зв'язані контури. Коефіцієнти взаємної індукції. Явище взаємоіндукції. Робота в магнітному полі. Робота джерела струму при наявності електромагнітної індукції. Перехідні процеси в колі з індуктивністю. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	-	6
19	Тема 19. Рівняння Максвелла. Енергія магнітного поля. Густина енергії магнітного поля. Власна та взаємна магнітна енергія струмів. Сили, що діють на протяжні тіла в магнітному полі (пондеромоторні сили). Струм зміщення. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формі. Система рівняння Максвелла в диференціальній та інтегральній формі. Фізичний зміст рівнянь. Властивості та обмеження рівнянь Максвелла. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	1	-	6
20	Тема 20. Власні коливання в коливальному контурі. Ідеальний коливальний контур. Загальне рівняння, що описує змінні процеси в ідеальному коливальному контурі. Частота та період коливань. Формула Томсона. Взаємні перетворення енергії електричного та магнітного полів в ідеальному коливальному контурі. Коливання, що згасають. Характеристики згасаючих коливань. Логарифмічний декремент згасання. Добротність контуру. Періодичний та аперіодичний режими коливань. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	1	-	6

21	Тема 21. Змінний струм. Вимушені електромагнітні коливання. Метод векторних діаграм. Активний опір, індуктивність та ємність у колі змінного струму. Закон Ома для послідовного коливального контуру. Резонанс напруг, його застосування. Робота та потужність у колі змінного струму. Ефективні значення сили та напруги змінного струму. Трансформатор. Передача електроенергії на великі відстані. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Спад напруги на реактивних опорах» С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до виконання лабораторної роботи, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	2	3	6
22	Тема 22. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння для електромагнітних хвиль у непровідному незарядженому середовищі. Плоскі електромагнітні хвилі. Властивості плоских електромагнітних хвиль. Шкала електромагнітних хвиль. Енергія, яку переносить електромагнітна хвиля. Вектор Пойтінга. Перенесення енергії електромагнітного поля по провідникам зі струмом. Закон збереження енергії для електромагнітного поля. Тиск світла. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Виконання лабораторної роботи «Двопровідна лінія». С.р.с. Вивчення матеріалу лекції, розв'язок задач для самостійного вирішення.	2	1	3	6
	Підсумкова модульна контрольна робота				
	ВСЬОГО	44	46	44	135

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 270 год.¹, в тому числі:

Лекцій – **44 год.**

Семінари – **0 год.**

Практичні заняття – **46 год.**

Лабораторні заняття – **44 год.**

Тренінги – **0 год.**

Консультації - **1 год.**

Самостійна робота - **135 год.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА²:

Основна: (Базова)

1. А.Ф. Гуменюк. Електрика та магнетизм. Київ: Четверта хвиля, 2008.
2. Г.Ф. Бушок, Є.Ф. Венгер. Курс фізики. Книга 2. Електрика і магнетизм. Київ.: Вища школа, 2003. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Byshok_P2_2003_278.pdf.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Навчальний посібник. Т. 2. Електрика і магнетизм. Київ: Техніка, 2001.
4. Понеділок Г.В., Данилов А.Б. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм. Навчальний посібник. Львів.: Видавництво Львівської політехніки, 2010.
5. П.П. Чолпан. Фізика: Підручник. Київ: Вища школа, 2003. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Cholpan_2004_567.pdf

Додаткова:

1. Дідух Л.Д. Електрика та магнетизм: підручник. Тернопіль: Підручники і посібники, 2020.
2. О.Т. Антоняк, Загальна фізика. Основи електрики і магнетизму. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009.
3. О. І. Герасимов, І. С. Андріанова, Фізика в Задачах. Ч.ІІІ. Електрика і Магнетизм: Навчальний посібник. Одеса: Видавництво ПП "ТЕС", 2014.
4. Меньяйлов Н.Є. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. Київ: Вища школа, 1974.
5. Т. Г. Січкарь, Електрика і магнетизм. Курс лекцій. Навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2021.
6. Боровий М.О., Оліх О.Я., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л., Козаченко В.В., Подолян А.О., Ісаєв А.О., Дубик К.В. Загальна фізика. Частина 2. Електрика. Збірник задач. Вінниця: Твори, 2019.
7. Бондар М.В. Перспективи розвитку молекулярної спектроскопії в Україні. Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr. 2019. (3). <https://www.visnyk-nanu.org.ua/sites/default/files/files/Visn.2019/3/5.Bondar.pdf>

² В тому числі Інтернет ресурси