МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Фізичний факультет
Кафедра загальної фізики

Затверджено

на засіданні кафедри загальної фізики
фізичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 30.08.2023 р.)

Завідувач кафедри Василь СТАДНИК

Силабус
з навчальної дисципліни «Електрика і магнетизм»,
що викладається в межах
ОПП «Комп'ютерні технології в прикладній фізиці»
ОПП «Нанофізика та наноматеріали»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів з спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Львів 2023

Назва дисципліни	Електрика і магнетизм
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова, 19, 79005, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань – 10 Природничі науки Спеціальність – 105 Прикладна фізика та наноматеріали
Викладачі дисципліни	лектор: Стадник Василь Йосифович, завідувач кафедри загальної фізики, професор, д.ф.-м.н.; практичні заняття проводить асист. Пришко І.А.
Контактна інформація викладачів	vasyl.stadnyk@lnu.edu.ua
Консультації по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та практичних занять (за попередньою домовленістю). Також можливі он-лайн консультації через електронну пошту та он-лайн засобом Microsoft Teams.
Сторінка дисципліни	https://physics.lnu.edu.ua/academics/bachelor/curriculum-it-technologies-in-physics
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Електрика і магнетизм» є нормативною дисципліною для підготовки бакалавра за спеціальністю 105 Прикладна фізика та наноматеріали, яка викладається в ІІІ семестрі в обсязі 8 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів. Розглядаються наступні проблеми: Електростатика. Провідники в електричному полі. Діелектрики в електричному полі. Постійний електричний струм. Електричний струм у вакуумі, рідинах та газах. Механізми електропровідності. Поняття про зонну теорію твердих тіл. Контактні явища. Постійне магнітне поле у вакуумі. Магнітне поле струму. Магнетики. Класифікація магнетиків. Електромагнітна індукція. Змінний квазістаціонарний струм. Робота і потужність змінного струму. Електромагнітні коливання. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі.
Мета та цілі дисципліни	**Метою** даної дисципліни є формування в майбутнього фізика цілісної картини фізичних явищ за допомогою електричних та магнітних властивостей речовин та електромагнітного поля. Це передбачає виклад основ електростатики, магнітостатики та електромагнетизму. Предмет навчальної дисципліни включає основні поняття, закономірності та закони електрики і магнетизму, ґрунтовний розгляд явищ, що відносяться до цього розділу фізики. **Ціль:** навчити студентів самостійно виконувати розрахунки, необхідні для розв'язування задач електрики і магнетизму.
Література для вивчення дисципліни	**Базова:** 1. Воловик П.М. Фізика для університетів: повний курс в одному томі : підручник. / П.М. Воловик. – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 864 с. – ISBN 966-569-172-4. 2. Дідух Л.Д. Електрика та магнетизм : підручник / Л.Д. Дідух. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2020. – 464 с. – ISBN 978-966-07-3614-6. 3. Курс фізики. У книзі 1. Електрика і магнетизм: навч. посіб. / Г.В. Бушок, Г.В. Півень, В.В. Левандовський; за заг. ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 2001. – 446 с. – ISBN 966-575-183-2. 4. Загальний курс фізики. У 3 ч. Ч.2. Електрика і магнетизм :

	навч. посіб. / І.М. Кучерук, І.Т. Горбачук, П.П. Луцик ; за заг. ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 2001. – 452 с.– ISBN 966-575-183-2. 5. Шопа Я.І. Електрика та магнетизм. Збірник задач із розв'язками : навч. посіб. : [для вищ. навч. закл.] / Я.І. Шопа, В.М. Лесівців, Т.М. Демків. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 288 с. **Допоміжна:** 6. Венгренович Р.Д. Курс фізики. У 3-х ч. Ч.2. Електрика та магнетизм : навч. посіб. / Р.Д. Венгренович, М.Ю. Стасик; за ред. проф. Р.Д. Венгреновича. – Чернівці: Видавничий дім «Букрек», 2008. – 456 с. – ISBN 978-966-399-124-5. 7. Курс фізики. У 2 т. Т.1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм: навч. посіб. / за заг. ред. Г.В. Бушка. – К. : Либідь, 2001. – 448 с. – ISBN 966-06-0084-4. 8. Антоняк О.Т. Загальна фізика. Основи електрики і магнетизму: навч. посіб. / О.Т. Антоняк. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 239 с. – ISBN 978-966-613-664-3. 9. Загальний курс фізики. Збірник задач: навч. посіб. / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук [та ін.]; за ред. І.П. Гаркуші. – К.: Техніка, 2003. – 560 с. – ISBN 966-575-130-1.
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	240 годин, з яких 112 год. аудиторних занять, з них 48 год. лекцій, 64 год. практичних занять та 128 год. самостійної роботи
Очікувані результати навчання	***Загальні компетентності (ЗК):*** **ЗК 1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. **ЗК 2.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. **ЗК 9.** Здатність працювати автономно. ***Спеціальні компетентності (СК):*** **СК 5.** Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій. **СК 7.** Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності. ***Програмні результати навчання (ПРН):*** **ПРН 01.** Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики. **ПРН 02.** Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. **ПРН 03.** Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики. **ПРН 12.** Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем. Після завершення цього курсу студент буде: **знати:** 1. основні ідеї, поняття та закони електрики і магнетизму, межі їхнього застосування; 2. закони постійного струму; магнетостатику; електромагнітну

	індукцію; струм зміщення; рівняння Максвелла; електромагнітні хвилі; електропровідність металів та напівпровідників; контактні явища; 3. основні електричні та магнітні фізичні величини, одиниці їхнього вимірювання; фундаментальні поняття; 4. головні технічні проблеми, пов'язані з використанням електромагнітних явищ; **вміти:** 1. застосовувати вивчені закони і принципи для розв'язування задач з електрики і магнетизму; 2. застосовувати здобуті знання на практиці, зокрема під час фізичного експерименту; 3. пояснювати електричні процеси та явища, які використовуються у техніці та побуті.
Ключові слова	електрон, протон, діелектрична проникність, електричне поле, магнітне поле, напруженість, ємність
Формат курсу	очний
Теми	Наведено у табл. 1.
Підсумковий контроль, форма	Підсумковий контроль: іспит в кінці семестру. Форма: усна.
Пререквізити	Для вивчення дисципліни студенти потребують знань з дисциплін «Математичний аналіз», «Диференціальні та інтегральні рівняння» та базових знань з фізики.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	презентації, лекції, розв'язування задач, консультації для кращого розуміння тем
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, загальновживані комп'ютерні програми та операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	**Поточний контроль:** – робота на практичних заняттях під час семестру: максимальна кількість балів — **10** відповідно до такої шкали: 9–10 — активна участь у 13–16 заняттях; 7–8 — активна участь у 9–12 заняттях; 4–6 — активна участь у 5–8 заняттях; 1–3 — активна участь у 1–4 заняттях; 0 — жодної активної участі на практичних заняттях. – дві контрольні роботи по практичних заняттях (2 роботи по 10 балів – максимальна кількість балів **20**): 10 — задача розв'язана повністю правильно. Більш високим рівнем вважається розв'язання за власним оригінальним способом; 6–9 — розв'язок задачі неповний, не отримано кінцевого результату, наявні незначні помилки математичного характеру; 1–5 — рівень розв'язку задачі дуже низький, або ж низький; 0 — студент повністю неправильно розв'язав задачу, або ж зовсім не розв'язав її. – на колоквіум винесено 8 питань, кожне з яких оцінюється у 2,5 бали (максимальна кількість балів **20**) 2,5 балів студент отримує у випадку повного висвітлення питання; 2 бали – неповне розкриття суті питань; 1 бал – поверхневе висвітлення тематики; 0 балів – студент не орієнтується в сутності питання. Разом за семестр 50 балів.

	Іспит, на який виноситься 5 питань по 10 балів кожне — разом **50** балів. 10 балів – повне висвітлення питання; 8, 9 балів – допущені незначні неточності; 6, 7 балів – неповне розкриття сутності питання; 4, 5 балів – у випадку поверхневого розкриття тематики; 3 і менше балів – студент слабо або зовсім не орієнтується в сутності питання. Підсумкова максимальна кількість балів – **100.** **Академічна доброчесність** здобувачами вищої освіти передбачає самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання. Списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи усній роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття дисципліни. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. **Література**. Усю література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надано викладачами виключно в освітніх цілях без права її передавання третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів**. Враховуються бали, набрані на практичних та поточному тестуванні. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях, не пов'язаних із навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання та ін. **Додаткові бали** можна отримати за результатами неформального та/або інформального навчання по тематиці даного курсу. Визнання та зарахування результатів такого навчання відбувається у відповідності до наданих документів про неформальне та/або інформальне навчання. **Жодні форми академічної недоброчесності не толеруються.**
Питання до екзамену	1. Загальні поняття електрики. 2. Взаємодія електричних зарядів. Закон Кулона. 3. Фізичний зміст відносної діелектричної проникності. 4. Напруженість електричного поля. 5. Принцип суперпозиції. 6. Потік вектору напруженості електричного поля. 7. Теорема Ґаусса. 8. Напруженість поля рівномірно зарядженої площини та поля між ними. 9. Рівняння Пуассона. 10. Робота в електричному полі. 11. Різниця потенціалів.

	12. Ґрадієнт потенціалу і його зв’язок з напруженістю. 13. Рівняння Лапласа. 14. Умови рівноваги зарядів провідника. 15. Провідники в електричному полі. Електростатична індукція. 16. Електрична ємність. 17. Конденсатори, ємність конденсатора. 18. Ємність плоского, сферичного та циліндричного конденсаторів. 19. Ємність конденсаторів у випадку їх паралельного та послідовного з’єднання. 20. Енергія електростатичного поля. 21. Основні характеристики електричного струму. Біологічна дія струму. 22. Сила та густина струму. 23. Закон Ома для ділянки кола. 24. Використання закону Ома для вимірювань струмів та напруг. 25. Рівняння неперервності. 26. Електричний опір провідників. 27. Питомий опір, його температурна залежність. 28. Електрорушійна сила джерела струму. 29. Закон Ома в диференціальній формі. 30. Закон Ома для повного кола. 31. Струм та напруга у випадках короткого замикання та розімкнутого кола. 32. Перше правило Кірхгофа. 33. Друге правило Кірхгофа. 34. Робота і потужність електричного струму. 35. ККД електричного кола. 36. Загальні поняття поляризації діелектриків. 37. Поняття електричного диполя. 38. Поле Лорентца та формула Клаузіуса-Моссотті. 39. Поняття поляризовності діелектриків. 40. Зв’язок між поляризовністю та діелектричною проникністю. 41. Поляризація електронного зміщення діелектриків. 42. Поляризація іонного зміщення діелектриків. 43. Теплова орієнтаційна поляризація діелектриків. 44. Формула Ланжевена-Дебая. 45. Теплова іонна поляризація діелектриків. 46. Об’ємозарядна та високовольтна полярзації діелектриків. 47. Зовнішня вимушена поляризація. 48. Пєзоелектрична поляризація. 49. Піроелектричний ефект. 50. Властивості сегнетоелектриків. 51. Петля гістерезису. 52. Спонтанна поляризація, коерцитивне поле та діелектричні втрати для сегнетоелектриків. 53. Провідність металів. 54. Недоліки класичної теорії провідності металів. 55. Утворення зонної структури матеріалів. 56. Класифікація твердих тіл на основі зонної теорії. 57. Провідність напівпровідників. 58. Напівпровідники, їх будова та провідність. 59. Домішкова провідність напівпровідників. 60. Контактні явища в напівпровідниках.

	61. Напівпровідникові діод і транзистор. 62. Провідність діелектриків. 63. Робота виходу електрона з металу. 64. Контактна різниця потенціалів. 65. Ефект Зеєбека. 66. Ефект Пельтьє. 67. Ефект Томсона. 68. Термопара, будова та принцип дії. 69. Провідність рідин. Закони Фарадея. 70. Електричний струм у газах. Види газових розрядів. 71. Магнітне поле. Досліди А. Ампера і Х.Ерстеда. 72. Сила Ампера. Біологічна дія магнітного поля. 73. Закон Біо-Савара-Лапласа. 74. Магнітне поле прямого струму. 75. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. 76. Взаємодія провідників зі струмом. Закон Ампера. 77. Сила Лоренца. 78. Ефект Холла. 79. Магнітні властивості речовин. Діа- та парамагнетики. 80. Феромагнетизм. 81. Явище електромагнітної індукції. Само- та взаємоіндукція. 82. Закон електромагнітної індукції. 83. Індуктивність контура. 84. Енергія та густина енергії магнітного поля. 85. Отримання та основні характеристики змінного струму. 86. Зсув фаз між струмом та напругою. Загальні поняття. 87. Зсув фаз у колі з котушкою індуктивності. 88. Зсув фаз у колі з конденсатором. 89. Закон Ома для змінного струму. 90. Робота і потужність змінного струму. 91. Коливальний контур. Власні електромагнітні коливання. 92. Диференціальне рівняння власних електромагнітних коливань. 93. Згасальні електромагнітні коливання. 94. Основні параметри згасальних електромагнітних коливань. 95. Вимушені електромагнітні коливання. 96. Струм зміщення. 97. Рівняння Максвелла, їх фізичний зміст. 98. Поширення електромагнітних хвиль. 99. Рівняння та основні параметри електромагнітних хвиль.
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості дисципліни буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Електрика і магнетизм»

Тиж-день	Тема занять	Форма діяльності та обсяг годин	Література	Термін виконання
Змістовий модуль 1. Електростатика. Постійний електричний струм				
1, 2	Предмет та методи електрики і магнетизму. Електростатика	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
3, 4	Провідники та діелектрики в електричному полі	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
5, 6	Постійний електричний струм. Електричний струм у вакуумі, рідинах та газах	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
7	Механізми електропровідності	Лекції – 2 год, практ. заняття – 4 год., (2 год – контр.робота) самост. робота – 8 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	1 тиждень
8	Поняття про зонну теорію твердих тіл. Контактні явища	Лекції – 4 год, (2 год – колоквіум) практ. заняття – 4 год., самост. робота – 8 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	1 тиждень
Змістовий модуль 2. Магнітостатика. Електромагнетизм				
9, 10	Постійне магнітне поле у вакуумі. Магнітне поле струму	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
11, 12	Магнетики**.** Класифікація магнетиків. Електромагнітна індукція	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
13, 14	Змінний квазістаціонарний струм. Робота і потужність змінного струму	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні
15, 16	Електромагнітні коливання. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі	Лекції – 6 год, практ. заняття – 8 год., (2 год – контр.робота) самост. робота – 16 год.	Б: 1–5; Д: 6–9	2 тижні