

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Кафедра експериментальної фізики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Запорожченко О.В.

20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРИКА ТА МАГНЕТИЗМ

Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

Галузь знань 10 – природничі науки

Спеціальності 104 – фізика та астрономія

105 – прикладна фізика та наноматеріали

014 – середня освіта (фізика)

Освітні програми фізика та астрономія

прикладна фізика та наноматеріали

середня освіта (фізика)

Вид дисципліни обов'язкова

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій


Програму рекомендовано до затвердження Вченою Радою факультету математики, фізики та інформаційних технологій «3» вересня 2020 року, Протокол №1

Розробники програми:

кандидат фізико-математичних наук, доцент Чебаненко А.П..

Навчальна програма затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики Протокол № 1 від "31" серпня 2020 року

Завідувач кафедри




(підпис)

Сминтина В.А.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ:

Протокол № 1 від " 3 " вересня _____ 2020 року

Голова НМК



(підпис)

Ніцук Ю.А.
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Електрика та магнетизм» складено відповідно до освітньо-професійних програм підготовки першого (освітньо-професійного) рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальності: 104 – Фізика та астрономія, 105 – Прикладна фізика та наноматеріали, 014 – Середня освіта (фізика)
Освітньо-професійні програми: «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта (фізика)».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є:

надати майбутнім фахівцям необхідних теоретичних та практичних знань щодо застосування законів і явищ фізики в області електрики та магнетизму у відповідності до освітньо-професійних програм підготовки бакалавра спеціальностей «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта (фізика)».

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- засвоєння студентами існуючих фізичних теорій електрики та магнетизму, характеристик електричного та магнітного полів у вакуумі, закономірностей їх взаємодії з речовиною, основних законів електромагнетизму;
- вивчення методів вимірювання електричних та магнітних характеристик;
- засвоєння методів експериментальних досліджень електромагнітних явищ та способів розв'язування задач з електрики і магнетизму;
- навчитись використовувати фізичні закони для пояснення явищ природи.

Вивчення дисципліни передбачає отримання знань та вмінь, які необхідні бакалавру в його майбутній професійній діяльності. Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

Інтегральна компетентність (ІК) - здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми фізики та астрономії, що передбачає застосування теорій та методів фізики, математики та інженерії й характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані практичні завдання в галузі середньої освіти, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, психології, теорії та методики навчання і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах середньої освіти.

Загальні компетентності:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1);
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК3);
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 7).
- Здатність проводити дослідження на сучасному науковому рівні (ЗК11);
- Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК12);
- Здатність до самоаналізу, самооцінки, самокритичності, самореалізації та самовдосконалення (ЗК14)..

Спеціальні компетентності:

- Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їх результатів (СК2);

- Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері фізики, інженерії та комп'ютерних технологій (СК5);
- Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем (СК6).
- Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (СК16);
- Здатність використовувати систематизовані теоретичні й практичні знання з фізики та методики навчання фізики у вирішенні професійних завдань (ПК1);
- Здатність доцільно і критично застосовувати фізичні поняття, закони, принципи, теорії у поєднанні з необхідним математичним інструментарієм для пояснення фізичних явищ і процесів з використанням сучасних засобів навчання (ПК4);

1.3. Кількість кредитів - 9

1.4. Загальна кількість годин - 270

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	
Рік підготовки	
2-й	
Лекції	
54 год.	
Практичні	
54 год.	
Лабораторні	
60 год.	
Самостійна робота	
102 год.	
У тому числі індивідуальні завдання	
17	

1.6. Заплановані результати навчання: Згідно з освітньо-професійними програмами «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта(фізика)»

спеціальностей 104-Фізика та астрономія, 105-Прикладна фізика та наноматеріали і 014-Середня освіта(фізика) студенти можуть досягти наступних результатів навчання

- Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної фізики, зокрема, електромагнетизму 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 (ПР1).

У тому числі, знати опис та характеристики електростатичного поля у вакуумі, основні закони електростатики; опис та характеристики електричного поля в речовині, механізми поляризації діелектриків; характеристики та закони постійного електричного струму; механізми та особливості протікання електричного струму в різних середовищах; опис та характеристики магнітного поля у вакуумі, основні закони магнітостатики; характеристики магнітного поля в речовині, механізми намагнічування речовин; характеристики і властивості нестационарних електромагнітних полів;

характеристики і основні закони змінного електричного струму; резонансні явища в колах змінного струму; електромагнітні хвилі та їх основні властивості;

- . Знати та розуміти принципи, сучасні методи, основні методичні прийоми, форми організації навчання фізики в закладах загальної середньої освіти (рівень базової середньої освіти). (РН3).
- Знати та розуміти основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики та методики її навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку (ПРН1).
- Володіти основними методами розрахунку електричного і магнітного полів, електричних кіл постійного і змінного струму, методами спостереження і експериментального дослідження основних електричних і магнітних явищ; методиками обробки результатів експерименту.
- Володіти формами і методами виховання учнів на уроках і в позакласній роботі, вміти відслідковувати динаміку особистісного розвитку дитини (РН8)..

2. Тематичний план навчальної дисципліни

2 рік

Розділ 1. Електростатика.

Тема 1. Вступ. Електромагнітні взаємодії. Закон Кулона. Роль електромагнітних взаємодій у природі. Загальна характеристика електромагнітного поля. Мікроскопічні носії зарядів. Елементарний заряд. Закон збереження заряду. Взаємодія зарядів. Закон Кулона. Польове трактування закону Кулона.

Тема 2. Напруженість електричного поля. Теорема Остроградського - Гаусса. Напруженість електричного поля. Одиниці вимірювання. Силкові лінії електричного поля. Поле точкового заряду. Принцип суперпозиції електричних полів. Теорема Остроградського-Гаусса в інтегральній та диференціальній формі.

Тема 3. Потенціал електричного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Критерій потенціальності в інтегральній та диференціальній формі. Потенціал, одиниці вимірювання. Неоднозначність потенціалу та його нормування. Потенціал поля точкового заряду. Принцип суперпозиції потенціалу. Різниця потенціалів. Робота при переміщенні заряду в електричному полі. Рівняння Пуассона. Загальна задача електростатики.

Тема 4. Електричний диполь. Потенціал та напруженість поля, створюваного електричним диполем. Сили, що діють на диполь, та енергія диполя у зовнішньому електричному полі. Рівноважний розподіл зарядів у зарядженому провіднику. Напруженість електричного поля в об'ємі та поблизу поверхні провідника. Залежність поверхневої густини зарядів від кривизни поверхні провідника. Потенціал провідника. Незаряджений провідник у зовнішньому електричному полі. Електростатична індукція. Метод електричних зображень.

Тема 5. Електроємність. Конденсатори. Ємність відокремленого провідника. Одиниці вимірювання. Конденсатори. Ємність конденсатора. Послідовне та паралельне сполучення конденсаторів.

Тема 6. Електричне поле в діелектриках. Молекулярна картина поляризації полярних та неполярних діелектриків. Вплив поляризації на електричне поле. Вектор поляризації. Вектор електричного зміщення. Діелектрична сприйнятливості речовини. Відносна діелектрична проникність середовища. Локальне поле, рівняння Клаузуруса-Мосотты для неполярних діелектриків.

Тема 7. Енергія електричного поля. Енергія взаємодії дискретних зарядів. Енергія взаємодії неперервно розподілених зарядів. Власна енергія зарядженого тіла. Енергія електричного поля. Об'ємна густина енергії електричного поля.

Розділ 2. Постійний струм. Магнітостатика.

Тема 8. Постійний електричний струм. Вектор густини струму. Сила струму, одиниці вимірювання. Зв'язок сили струму через поверхню з вектором густини струму. Закон Ома для однорідної ділянки кола в інтегральній та диференціальній формах. Електричний опір. Сторонні сили. Е.р.с. джерела струму. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формах.

Тема 9. Електропровідність твердих тіл. Електричний струм в рідинах, газах та у вакуумі.

Природа носіїв струму у металах. Положення класичної електронної теорії провідності металів. Пояснення законів Ома та Джоуля-Ленца. Залежність електропровідності металів від температури. Механізм провідності електролітів. Електропровідність газів. Термоелектронна емісія.

Тема 10. Основні закони магнітостатики. Взаємодія струмів. Вектор магнітної індукції, одиниці вимірювання. Закон Біо-Савара-Лапласа для лінійного та об'ємного елементів струму. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Ампера для лінійного та об'ємного елементів струму. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формі.

Тема 11. Контур з струмом у магнітному полі. Сили, що діють на контур з струмом та енергія контура у зовнішньому магнітному полі. Робота, виконувана при переміщенні провідника з струмом у магнітному полі.

Тема 12. Магнітне поле в речовині. Діа-, пара- та ферромагнетики. Магнітне поле при наявності магнетиків. Механізм намагнічення. Вектор намагніченості. Вектор напруженості магнітного поля, одиниці вимірювання. Магнітна сприйнятливості речовини та відносна магнітна проникність середовища.

Розділ 3. Електромагнетизм. Електромагнітні коливання і хвилі.

Тема 13. Електромагнітна індукція. Індуктивність. Явище електромагнітної індукції. Правило Ленца. Закон електромагнітної індукції в інтегральній та диференціальній формі. Індуктивність електричного контура, одиниці вимірювання.

Тема 14. Енергія магнітного поля. Енергія магнітного поля струму. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії магнітного поля.

Тема 15. Кола квазістаціонарного змінного струму. Квазістаціонарний струм. Кола з джерелом змінної е.р.с., активним опором, ємністю та індуктивністю. Метод векторних діаграм. Закон Ома для кола змінного струму. Імпеданс.

Тема 16. Резонансні явища у колах змінного струму. Резонанс напруг у послідовному колі змінного струму. Резонанс струмів у паралельному колі змінного струму.

Тема 17. Вільні електричні коливання. Електричні коливання в контурі, що не має активного опору. Вільні електричні коливання в контурі, що складається з опору, ємності та індуктивності (залежність заряду конденсатора від часу). Декремент згасання коливань. Добротність контура.

Тема 18. Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі. Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Система рівнянь Максвелла в інтегральній та диференціальній формі. Фізичний зміст рівнянь системи. Електромагнітні хвилі.

3. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин					
	Усього	Лекц.	Практ.	Лаб.	Інд.	СР
1	2	3	4	5	6	7

Розділ 1. Електростатика

Тема 1. Електромагнітні						
-------------------------	--	--	--	--	--	--

взаємодії. Закон Кулона.	8	2	2	-		4
<i>Тема 2</i> Напруженість електричного поля. Теорема Остроградського-Гаусса.	13	3	4	2		4
<i>Тема 3.</i> Потенціал електричного поля	15	3	6	2		4
<i>Тема4.</i> Електричний диполь . Розподіл зарядів в зарядженому провіднику . Електростатична індукція.	15	5	-	-	3	10
<i>Тема 5.</i> Електроємність. Конденсатори	10	2	2	-	2	6
<i>Тема 6.</i> Електричне поле в діелектриках	15	3	4	4		4
<i>Тема 7.</i> Енергія електричного поля.	10	2	2	-	2	6

Розділ 2. Постійний струм. Магнітостатика.

<i>Тема 8.</i> Постійний електричний струм	26	4	6	8		8
<i>Тема 9 .</i> Електропровідність твердих тіл. Електричний струм в рідинах, газах та у вакуумі.	23	3	-	12	2	8
<i>Тема 10.</i> Основні закони магнітостатики	25	5	6	4		10
<i>Тема 11. .</i> Контур з струмом у магнітному полі	14	2	2	4		6
<i>Тема 12.</i> Магнітне поле в речовині. Діа-, пара-, феромагнетизм.	24	4	4	4		12

Розділ 3. Електромагнетизм. Електромагнітні коливання і хвилі.

<i>Тема13.</i> Електромагнітна індукція. Індуктивність	15	3	4	4		4
<i>Тема14.</i> Енергія магнітного поля..	7	1	2	-	2	4
<i>Тема 15</i> Кола квазістаціонарного змінного струму	20	4	4	8	4	4
<i>Тема16.</i> Резонанс у колах змінного струму	8	2	-	4	2	2
<i>Тема 17.</i> Вільні електричні коливання	11	3	2	4		2
<i>Тема 18.</i> Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі	11	3	4	-		4

4. Теми практичних занять

1. Застосування закону Кулона для обчислення сили взаємодії між зарядженими тілами .
2. Обчислення напруженості електричного поля, створюваного зарядженими тілами. Практичні застосування теореми Остроградського-Гаусса.
3. Потенціал електричного поля, створюваного зарядженими тілами, системою зарядів та системою заряджених тіл. Робота сил електричного поля.
4. Ємність конденсаторів. Ємність системи провідників. Сполучення конденсаторів.
5. Поверхнева та об'ємна густина поляризаційних зарядів. Закони заломлення ліній напруженості електричного поля та ліній електричної індукції на межі двох діелектриків.
6. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія взаємодії системи зарядів. Власна енергія зарядженого тіла.
7. Закон Ома. Робота та потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца. Розрахунок розгалужених кіл постійного струму за допомогою правил Кірхгофа.
8. Застосування закону Біо-Савара-Лапласа для розрахунку індукції магнітного поля
9. Сила Ампера та сила Лоренца
10. Обертальний момент, що діє на контур, та енергія контура з струмом у магнітному полі
11. Магнітне поле в магнетиках. Заломлення ліній магнітної індукції та ліній напруженості магнітного поля на межі двох магнетиків
12. Закон електромагнітної індукції
13. Енергія магнітного поля
14. Закон Ома для кола змінного струму

5. Теми лабораторних занять

1. Визначення універсальної електричної сталої.
2. Дослідження електростатичного поля методом математичного моделювання.
3. Вивчення роботи електронного осцилографа.
4. Дослідження електричного поля в сегнетоелектриках.
5. Визначення е.р.с. гальванічного елемента методом компенсації
6. Вимірювання опорів за допомогою містка Уінстона
7. Вивчення температурної залежності електропровідності металів та напівпровідників.
8. Дослідження електричних властивостей напівпровідникового *p-n* – переходу
9. Визначення роботи виходу електронів з металу методом термоелектронної емісії.
10. Визначення концентрації та рухливості носіїв струму у напівпровідниках за допомогою ефекту Холла
11. Вивчення роботи гальванометра магнітоелектричної системи
12. Вимірювання магнітної індукції в залізі балістичним методом

13. Вивчення явища самоіндукції у колах, що містять індуктивність
 14. Перевірка закону Ома для кола змінного струму
 15. Визначення коефіцієнта потужності у колі змінного струму
 16. Дослідження резонансу у послідовному колі змінного струму
 17. Дослідження резонансу у паралельному колі змінного струму.
 18. Вивчення вільних електричних коливань у коливальному контурі
-

6. Завдання для самостійної роботи

1. Підготовка теоретичного матеріалу за темами:

- Системи фізичних одиниць, закон Кулона
- Напруженість електричного поля, створюваного зарядженими тілами різної форми та розмірів
- Потенціал електричного поля, створюваного зарядженими тілами різної форми та розмірів
- Диполь в неоднорідному електричному полі
- Електростатична індукція. Метод електричних зображень
- Розрахунки ємності конденсаторів .
- Електричне поле в діелектриках
- Енергія електричного поля.
- Закони постійного струму. Правила Кірхгофа.
- Електричний струм в різних середовищах
- Закони стаціонарного магнітного поля
- Контур з струмом у магнітному полі
- Магнітні властивості речовин
- Індуктивність. Явище самоіндукції.
- Енергія магнітного поля
- Розрахунок кіл змінного струму
- Резонанс у колах змінного струму
- Вільні електричні коливання
- Властивості електромагнітних хвиль

2. Підготовка до лабораторних робіт та складання звітів.

7. Індивідуальні завдання

1. Розрахунки за заданими геометричними параметрами провідників взаємної ємності двох провідної лінії.
2. Обчислити електростатичну енергію кулі, зарядженої позитивним зарядом, закон розподілу густини котрого по об'єму кулі задано.
3. Побудувати електричне зображення точкового заряду, що знаходиться поблизу металевій заземленої (не заземленої) кулі.
4. Дослідження ефекту випрямлення в контактї метал-напівпровідник.
5. За заданими параметрами елементів кола розрахувати імпеданс паралельного кола змінного струму.
6. Застосування методу комплексних амплітуд для розрахунку кіл змінного струму

8. Методи навчання

При викладанні дисципліни використовуються словесні методи навчання, наочні методи навчання. Головним словесним методом навчання є лекція. Під час проведення лекцій

використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод; метод проблемного викладу; частково-пошуковий, або евристичний метод.

Під час лабораторних занять та практичних занять використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький метод.

Під час самостійної роботи використовуються наступні методи навчання: частково-пошуковий, дослідницький метод.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання, практичні заняття, лабораторні роботи												Екзамен	Сума
Розділ 1								Індивідуальні завдання	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Разом		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7							
1	1	1	1	1	1	1		3	15	15	40	60	100
Розділ 2													
T1		T2	T3	T4	T5								
1		1	1	1	1			5	15	15	40	60	100
			Розділ 3										
T1		T2	T3	T4	T5	T6							
1		1	1	1	1	1		4	15	15	40	60	100

10. Критерії оцінювання навчальних досягнень

Підсумковий семестровий контроль (екзамен) проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет містить три теоретичних питання, кожне з яких оцінюється окремо за 20 бальною шкалою

Критерії оцінювання теоретичного питання:

- повна розгорнута відповідь – 20 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь – 15 балів;
- повна, але не розгорнута відповідь, яка містить незначну помилку чи суперечність – 14 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- неповна відповідь, яка не містить критичних помилок чи суперечностей – 10 балів, за кожну наступну незначну помилку чи суперечність знімається 1 бал;
- відповідь, що містить критичну помилку чи неточність, або відсутність відповіді оцінюється в 0 балів.

Кількість балів, що студент отримав на екзамені, є сумою балів, що були отримані за кожне завдання з екзаменаційного білету.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного та підсумкового контролю

за шкалою, що наведена нижче.

11. Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка		
	За шкалою ЄКТС	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D		
60-69	E	задовільно	не зараховано
35-59	FX	незадовільно	
1-34	F		

12. Рекомендована література Перелік навчально-методичної літератури

1. Основна література

1. Чебаненко А.П. – Курс загальної фізики, том 3, Електрика та магнетизм.- Одеса, Астропринт, 2011, 224 с.
2. Матвеев А.Н. -Электричество и магнетизм. Курс общей физики, том 3- М., Высш. школа, 1983, 463 с.
3. Калашников С.Г. - Электричество.- М., Физматлит, 2003, 624 с.
4. Сивухин Д.В. – Общий курс физики, том 3, Электричество.- М., Физматлит, 2004, 656 с.
5. Савельев И.В. - Курс общей физики, том 2.- М., Астрель, 2003, 352 с.
6. Кухарук І.М., Горбачук І.Т. – Загальний курс фізики, том 2, Електрика та магнетизм.- Київ, Вища школа, 2001, 372 с.
7. Спирин Г.Г., Котырло Т.В., Евстигнеев В.В. – Электричество и магнетизм. Практический курс физики. – М., Высшая школа, 2008, 444 с.
8. Иродов И.Е. - Сборник задач по общей физике.- Санк-Петербург, Лань, 2004, 416 с.
9. Сивухин Д.В. – Сборник задач по общему курсу физики, том 3, Электричество и магнетизм. – М., Физматлит. 2005, 232 с.
10. Яковлев И.А. - Сборник задач по общему курсу физики.- М., Наука, 1977, 194 с.
11. Иверонова В.И. -Физический практикум. Электричество и оптика.- М., Наука, 1968. 678 с.
- 12.Чебаненко А.П., Малушин М.В.- Електрика та магнетизм. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фізичного практикуму для студентів фізичних факультетів.- Одеса, Астропринт, 2001, 89 с.

Додаткова

1. Тамм И.Е. - Основы теории электричества.- М., Наука, 1976, 720 с.
2. Иродов И.Е. - Основные законы электромагнетизма.- М., Высшая школа, 1983, 237 с.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. - Фейнмановские лекции по физике, том 5. Электричество и магнетизм.- М., Мир, 1977, 357 с.
4. Парселл Э. - Берклеевский курс физики, том 2. Электричество и магнетизм.- М., Наука, 1983, 280 с.

5. Чебаненко А.П.- Электрические измерения. Методические указания к лабораторным работам по физическому практикуму для студентов физических факультетов.- Одесса, Астропринт, 1997, 22 с.

13. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

- 1 .<http://promplace.ru/vidy-metallov-...staty/electroprovodnost-metallov-1479.htm>
2. https://elementy.ru/trefil/21083/Zakony_electromagnitnoy_induktsii_Faradeya
3. www.bog5.in.ua/ltction/magnetism_lect/lect7_magn.html
4. [www.phyzika.ru/osnovi Teorii Maksvella.html](http://www.phyzika.ru/osnovi_Teorii_Maksvella.html)