

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет
(назва факультету)

Кафедра загальної фізики



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Електрика і магнетизм
(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
спеціальність 104 Фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)
освітній рівень бакалавр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Фізичне матеріалознавство/Неметалічне матеріалознавство
(назва освітньої програми)
спеціалізація
(за наявності) _____
(назва спеціалізації)
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	_____
Семестр	<u>3</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>5</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: зав.кафедри загальної фізики, проф. Боровий М.О.

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ («__» 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробники¹:

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри

(підпис)

(Боровий М.О.)

(прізвище та ініціали)

Протокол № 7 від 19 травня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 11 від 10 червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії

(підпис)

(Оліх О.Я.)

(прізвище та ініціали)

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу – коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

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 навичкам 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. 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, консультації, іспит. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, колоквіум, контрольні роботи після основних розділів курсу, іспит. 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 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП «Фізичне матеріалознавство/Неметалічне матеріалознавство» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики і характеризується складністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК4. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК5. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

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

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
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 явища, у Системі інтернаціональній (СИ).	Лекції, практичні заняття	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, колоквиум, екзамен	40
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	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, колоквиум, екзамен	15
1.3	Знати основні сучасні досягнення фізики в галузі електромагнетизму та їх практичне застосування.	Лекції, практичні заняття	Опитування в процесі лекції та практичного заняття, колоквиум, екзамен	10
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)	35

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
Програмні результати навчання				
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	+		+	+

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

сучасного наукового світогляду				
ПРН19. Знати та розуміти необхідність збереження та примноження моральних, культурних та наукових цінностей і досягнень суспільства.	+		+	+
ПРН.20. Знати і розуміти свої громадянські права і обов'язки, як члена вільного демократичного суспільства, мати навички їх реалізації, відстоювання та захисту.	+	+	+	+

Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: 1.) «Електростатика. Постійний електричний струм.», який включає в себе 10 лекцій та 7 практичних занять (14 годин); 2.) «Стаціонарне магнітне поле. Електромагнітні явища», який складається з 12 лекцій та 8 практичних занять (16 годин).

7. Схема формування оцінки:

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 (2 бали – 4 балів).
3. Колоквіум (4 бали – 7 балів).
4. Модульна контрольна робота 1 (10 балів – 16 балів). П.1 - П.4. формують загальну оцінку першого змістового модулю.
5. Модульна контрольна робота 2 (10 балів – 16 балів). П.1, - П.3, П5 формують загальну оцінку другого змістового модулю.

Підсумкове оцінювання у формі екзамену¹: (обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі)

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	Екзамен	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>18</u>	<u>18</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

у випадку комплексного екзамену слід вказати питому вагу складових

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше 36 балів.

(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).

Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

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).

Шкала відповідності

¹Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (**100 балів** - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: **60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен**).

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	Самостійна робота
Частина 1.				
Змістовий модуль 1.Електростатика. Постійний електричний струм				
1	Тема 1. Електростатичне поле у вакуумі. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Напруженість електричного поля. Потенціал електричного поля. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	8	2	10
2	Тема 2. Електростатичне поле у речовині. Провідники та діелектрики в електричному полі. Електроємність. Конденсатори. Енергія електричного поля. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	4	2	9
3	Тема 3. Постійний електричний струм. Закони Ома. Правила Кірхгофа. Робота та потужність струму. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	4	2	10
4	Тема 4. Електрична провідність середовищ. Електричний струм в металах та напівпровідниках. Контактні явища. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	4	1	8
	Підсумкова модульна контрольна робота 1			
Частина 2.				
Змістовий модуль 2. Стаціонарне магнітне поле. Електромагнітні явища				
5	Тема 5. Постійне магнітне поле. Вектор магнітної індукції. Сили в магнітному полі. Потік та циркуляція вектора магнітної індукції. Магнітне поле в речовині. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	8	2	10
6	Тема 6. Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції. Індуктивність, сьрум зміщення. Система рівнянь Максвелла. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	8	2	10

7	Тема 7. Електромагнітні коливання. Змінні процеси у коливальному контурі. Вимушені електричні коливання. Змінний струм. Прилади змінного струму. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. Вивчення матеріалу лекції.	6	2	10
8	Тема 8. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння. Властивості електромагнітних хвиль. Розв'язок задач за вказаними розділами курсу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції.	2	2	8
	Підсумкова модульна контрольна робота			
	ВСЬОГО	44	30	75

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 150 год.², в тому числі:

Лекцій – 44 год.

Семінари – 0 год.

Практичні заняття – 30 год.

Лабораторні заняття – 0 год.

Тренінги – 0 год.

Консультації - 1 год.

Самостійна робота – 75 год.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ (жирним шрифтом виділено питання для самостійного вивчення)

- Електричний заряд. Властивості електричних зарядів. Елементарні носії електричного заряду. Закон збереження електричного заряду.
- Електростатичне поле. Закон взаємодії електричних зарядів (закон Кулона). Одиниці вимірювання електричних величин у Системі інтернаціональній (СІ).
- Напруженість електростатичного поля. Напруженість поля точкового заряду. Силові лінії електростатичного поля.
- Принцип суперпозиції електричних полів.
- Потік вектора напруженості електричного поля. Теорема Гаусса в інтегральній формі.
- 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 атомарної системи статичних зарядів.
- Робота сил електростатичного поля. Циркуляція та ротор вектора напруженості електричного поля. Потенціальність електростатичного поля.
- 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.
- Відшукування потенціалу системи електричних зарядів. Потенціал поля однорідно заряджених стрижня, кулі, тонкої сфери.
- Потенціальна енергія системи – для точкових електричних зарядів та при неперервному зарядів у просторі.

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

13. Загальна задача електростатики. Рівняння Пуассона та Лапласа. Єдиність розв'язку основної задачі електростатики.
14. Електричний диполь. Дипольний момент. Потенціал та напруженість електричного поля диполя на великих відстанях.
15. Момент сил, що діють на диполь в однорідному електричному полі.
16. Диполь у неоднорідному електричному полі.
17. Електричне поле в речовині. Мікро- та макрополе.
18. Незаряджений провідник в електричному полі. Явище електростатичної індукції. Електростатичний захист.
19. Електричне поле зарядженого провідника. Силкові лінії та еквіпотенціальні поверхні електричного поля зарядженого провідника. Розподіл заряду по поверхні провідника. Напруженість поля біля поверхні провідника. Вістря.
20. Діелектрики з полярними та неполярними молекулами, іонні кристали. Поляризація діелектриків. Вектор поляризації (електрична поляризованість) та поляризаційні заряди. Діелектрична сприйнятливість.
21. Потік вектора поляризації при неоднорідній поляризації.
22. Теорема Гаусса для електричного поля у діелектрику в інтегральній та диференціальній формі. Вектор електричної індукції (електричного зміщення). Діелектрична проникність.
23. Граничні умови для векторів напруженості та індукції електричного поля. Напруженість електричного поля у діелектрику.
24. Діелектричні властивості полярних діелектриків. Зв'язок між діелектричною сприйнятливістю полярного діелектрика, дипольним моментом молекули та температурою (закон Кюри).
25. Діелектрична проникність неполярних діелектриків. Формула Клаузіуса-Моссотті.
26. П'єзоелектрики, сегнетоелектрики та піроелектрики – фізичні властивості та практичне застосування.
27. Електрична ємність відокремленого провідника. Одиниці вимірювання ємності у СІ.
28. Конденсатори. Ємність конденсатора. Обчислення ємності плоского, циліндричного та сферичного конденсаторів.
29. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів.
30. Довільна система заряджених провідників - загальний зв'язок між потенціалами та зарядами провідників. Ємнісні та потенціальні коефіцієнти.
31. Енергія зарядженого конденсатора. Густина енергії електричного поля. Повна енергія електричного поля системи протяжних зарядів.
32. Робота з поляризації діелектрика. Сили, що діють на діелектрик в неоднорідному електричному полі. Електрострикція.
33. Електричний струм. Умови створення струму. Сила та густина струму, одиниці їх вимірювання.
34. Рівняння неперервності для електричного струму.
35. Зв'язок між густиною струму та зарядом, концентрацією і швидкістю впорядкованого руху носіїв заряду. Рухливість носіїв заряду.
36. Закон Ома у диференціальній формі. Питома електропровідність та питомий електроопір.
37. 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. Максвеллівський час релаксації.
38. Умови створення постійного струму. Сторонні сили. Електрорушійна сила (е.р.с.) джерела струму. Закон Ома у диференціальній формі при наявності поля сторонніх сил.
39. Спад напруги. Закон Ома для ділянки кола в інтегральній формі.
40. Електричний опір. Електроопір однорідного провідника. Одиниці вимірювання електроопору, питомого електроопору та питомої електропровідності.

41. Електороопір при послідовному та паралельному з'єднанні провідників.
42. Робота та потужність при проходженні електричного струму. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі.
43. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.
44. Перехідні процеси у колі з конденсатором: розрядка та зарядка конденсатора.
45. Класифікація речовин за величиною питомої електропровідності та характером її температурної залежності – провідники, напівпровідники та діелектрики.
46. Класична теорія електропровідності металів (модель Друде) та її обмеженість.
47. Поняття про квантово-механічний опис руху електронів у кристалах. Одночастинкові квантові стани та одночастинкові хвильові функції електронів. Принцип Паулі.
48. Застосування статистики Фермі-Дірака до опису розподілу електронів за одночастинковими станами. Хімічний потенціал газу вільних електронів у металі та енергія Фермі. Вироджений електронний газ.
49. Міжатомна взаємодія та розщеплення атомних енергетичних рівнів на енергетичні зони.
50. Схема заповнення енергетичних зон у металах. Рівень Фермі та поверхня Фермі. Залежність опору металів від температури. Явище надпровідності та його природа.
51. Зонна схема енергії електронів у напівпровідниках – валентна, заборонена зони та зона провідності.
52. Утворення парноелектронних зв'язків у кремнії та германії. Поняття про sp^3 -гибридизацію. Власна провідність напівпровідників. Вільні електрони та дірки.
53. Застосування статистики Больцмана до опису електронних станів у власних напівпровідниках. Ширина забороненої зони та положення рівня Фермі у власному напівпровіднику.
54. Залежність опору напівпровідників від температури.
55. Домішкова провідність. Донори та акцептори. Напівпровідники p – та n – типу.
56. Контакт двох напівпровідників з різним типом провідності. $p - n$ -перехід та його випрямляюча дія.
57. Напівпровідниковий діод.
58. Біполярний транзистор. Підсилювач напруги та потужності на основі біполярного транзистору.
59. Фоторезистор. Фотодіод та фототранзистор.
60. Світлодіод (LED). Органічний світлодіод (OLED).
61. Фотовольтаїчний ефект. Сонячний елемент. Органічні фотовольтаїчні елементи.
62. Робота виходу у металі. Внутрішня та зовнішня контактна різниця потенціалів.
63. Ефект Зеебека. Термо-е.р.с та термоелектричний струм. Коефіцієнти термо-е.р.с. для металів та напівпровідників. Термопари.
64. Ефект Пельтьє та ефект Томсона. Напівпровідникові термоелементи.
65. Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Оксидування катодів. Зв'язок між густиною термоелектронного струму та прикладеною напругою (закон "трех других").
66. Густина струму насичення (формула Річардсона-Дешмана).
67. Електровакуумні прилади: діод, тріод, тетрод, пентод.
68. Вторинна електронна емісія. Фотоелектронний помножувач.
69. 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.
70. Рух заряджений частинок в електричному та магнітному полях. Електронно-променева трубка. Синхротронний прискорювач. Ефект Холла.
71. Магнітне поле заряду, що рухається. Магнітне поле елемента струму (закон Біо-Савара-Лапласа).
72. Принцип суперпозиції магнітних полів.

73. Магнітне поле прямолінійного провідника кінцевої довжини.
74. Силкові лінії (лінії індукції) магнітного поля.
75. Сила, що діє на елемент струму з боку магнітного поля. Закон Ампера.
76. Взаємодія струмів. Взаємодія двох довгих прямолінійних провідників зі струмом. Введення одиниці вимірювання сили струму в СІ – Ампера.
77. Магнітний потік, одиниці визначення магнітного потоку в СІ. Теорема Гаусса для магнітного поля в інтегральній та диференціальній формі.
78. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції у вакуумі.
79. Обчислення індукції магнітного поля соленоїда та тороїда.
80. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції у диференціальній формі. Вихровий характер магнітного поля.
81. Індукція магнітного поля колового струму. Магнітний момент елементарного замкнутого струму (магнітного диполя).
82. Елементарний замкнений струм в однорідному та неоднорідному магнітному полі – обертовий момент, який діє на замкнений струм, енергія взаємодії з магнітним полем та сила, що діє в неоднорідному магнітному полі на замкнений струм.
83. Магнітні властивості атомів. Власний магнітний момент електрона. Гіромагнітне відношення для власного та орбітального магнітних моментів електрона.
84. Молекулярні (мікроскопічні) струми в речовині – сучасні уявлення. Вектор намагніченості (намагніченість). Циркуляція вектора намагніченості та сила молекулярних струмів.
85. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції в речовині. Напруженість магнітного поля. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля в речовині. Магнітна сприйнятливість. Відносна магнітна проникність.
86. Граничні умови для векторів магнітної індукції та напруженості магнітного поля на границі двох магнетиків. Заломлення магнітних силових ліній. Магнітні лінзи та їх застосування.
87. Основні типи магнетиків. Природа діамagnetизму. Прецесія електронної орбіти в магнітному полі. Магнітна сприйнятливість діамagnetетика.
88. Фізичні властивості парамагнетиків. Розподіл атомних магнітних моментів у зовнішньому магнітному полі. Магнітна сприйнятливість парамагнетика. Закон Кюрі.
89. Фізичні властивості феромагнетиків. Закон Кюрі-Вейсса. Температура Кюрі. Феромагнетика та антиферомагнетика. Температура Нееля. Ферити.
90. Природа феромагнетизму. Магнітний гістерезис. Залишкова намагніченість та коерцитивна сила. Магнітний запис інформації.
91. Перетворення електричного та магнітного полів. Інваріанти електромагнітного поля. Релятивістська природа магнетизму.
92. Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Процеси, які зумовлюють виникнення е.р.с. індукції.
93. Закон електромагнітної індукції в інтегральній та диференціальній формі. Вихрове електричне поле. Струми Фуко.
94. Індуктивність контура зі струмом. Індуктивність соленоїда та тороїда.
95. Перехідні процеси в колі з індуктивністю.
96. Явище самоіндукції. Магнітно-зв'язані контури. Коефіцієнти взаємної індукції. Явище взаємоіндукції.
97. Робота джерела струму при наявності електромагнітної індукції. Робота в магнітному полі.
98. Енергія магнітного поля. Густина енергії магнітного поля.
99. Власна та взаємна магнітна енергія струмів.
100. Струм зміщення.
101. Закон повного струму в інтегральній та диференціальній формі.
102. Система рівняння Максвелла в диференціальній та інтегральній формі. Фізичний зміст рівнянь. Властивості та обмеження рівнянь Максвелла.

103. Загальне рівняння, що описує власні змінні процеси у коливальному контурі. Ідеальний коливальний контур. Частота та період коливальних. Взаємні перетворення енергії електричного та магнітного полів в ідеальному коливальному контурі.
104. Коливання, що згасають. Характеристики згасаючих коливальних. Логарифмічний коефіцієнт згасання. Добротність контуру. Періодичний та аперіодичний режими коливальних.
105. Вимушені електромагнітні коливання. Метод векторних діаграм. Активний опір, індуктивність. Вектор Пойтінга.
106. Закон збереження енергії для електромагнітного поля.
107. Індуктивність та ємність у колі змінного струму.
108. Закон Ома для послідовного коливального контуру. Резонанс напруг, його застосування.
109. Опис змінного струму у комплексній формі. Метод комплексних амплітуд.
110. Розгалуження змінних струмів. Резонанс струмів, його застосування.
111. Робота та потужність у колі змінного струму. Ефективні значення сили та напруги змінного струму.
112. Генератор змінного струму. Трифазний струм. Фазна та лінійна напруги.
113. Трансформатор.
114. Передача електроенергії на великі відстані.
115. Хвильове рівняння для електромагнітних хвиль у непровідному незарядженому середовищі.
116. Плоскі електромагнітні хвилі. Властивості плоских електромагнітних хвиль.
117. Шкала електромагнітних хвиль.
118. Енергія, яку переносить хвиля. Тиск, що створює електромагнітна хвиля.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА³:

Основна: (Базова)

1. А.Ф. Гуменюк. Електрика та магнетизм. К., "Четверта хвиля", 2008. (Бібліотека фізичного факультету).
2. Г.Ф. Бушок, Є.Ф. Венгер. Курс фізики. Книга 2. Електрика і магнетизм. К.: Вища школа, 2003. http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Byshok_P2_2003_278.pdf

Додаткова:

1. О.М. Матвеев. Електрика та магнетизм. - М., "Вища школа", 1983 р. (Бібліотека фізичного факультету).
2. Д.В. Сивухін. Загальний курс фізики, ч.3. Електрика та магнетизм. - М., "Наука", 1977 р. (Бібліотека фізичного факультету).
3. І.В. Савельєв. Курс загальної фізики, тому II. Електрика. - М.. "Вища школа", 1987. (Бібліотека фізичного факультету).
4. І.Є. Іродов. Завдання із загальної фізики. - М., "Наука", 1979 р. (Бібліотека фізичного факультету).

³В тому числі Інтернет ресурси