

Державний вищий навчальний заклад
«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

Проректор

“ 15 ”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

2016 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретична фізика. р. Електродинаміка

(шифр і назва навчальної дисципліни)

галузь знань 10 природничі науки
(шифр і назва галузі знань)

спеціальність 104 фізика та астрономія
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

факультет фізико-технічний
(назва факультету)

Івано-Франківськ – 2016 рік

Робоча програма „Теоретична фізика. р. Електродинаміка”
(назва навчальної дисципліни)
для студентів спеціальності 104 Фізика та астрономія,
_____ „_____” _____, 2016 р. – __ с.

Розробники: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
Возняк Орест Михайлович, доцент кафедри фізики і хімії твердого тіла,
кандидат фізико-математичних наук, доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики і хімії твердого тіла

Протокол від “_____” _____ 2016 р. № _____

Завідувач кафедри _____ фізики і хімії твердого тіла

_____ (Прокопів В.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

“_____” _____ 2013 р.

Схвалено методичною комісією факультету, інституту.

Протокол від “_____” _____ 2016 р. № _____

“_____” _____ 2016 р.

Голова _____ (Яцура М.М.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Возняк О.М., 2016 рік
2. О ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2016 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 7.0	Галузь знань: <u>10 природничі науки</u>	Нормативна	
Модулів 2	Спеціальність: <u>104 фізика та астрономія</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів 2		3-й	___-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин -210		5-й, 6-й	___-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних -2 самостійної роботи студента -4	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	Лекції	
		44 год.	__ год.
		Практичні, семінарські	
		36 год.	__ год.
		Лабораторні	
		0 год.	__ год.
		Самостійна робота	
130 год.	__ год.		
Індивідуальні завдання:		__ год.	
Вид контролю:		екзамен	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання 0,6

для заочної форми навчання –

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Метою викладання навчальної дисципліни “ Теоретична фізика р. Електродинаміка” є поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля і на його основі теорію електромагнітного поля Максвела-Лоренца і релятивістську теорію електромагнітного поля. У ньому подано основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та

релятивістської електродинаміки. Показано, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки.

Завдання

Завданням вивчення дисципліни “ Теоретична фізика р. Електродинаміка” є подати основні положення теорії електромагнітного поля у вакуумі, макроскопічного поля в середовищі та релятивістської електродинаміки. Показати, що електродинаміка має експериментальні основи, а відповідний математичний апарат дає змогу адекватно записати її закони і розв'язати будь-яку задачу електродинаміки (принаймні принципово).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- фундаментальні закони електромагнітного поля;
- основні положення електромагнітного поля у вакуумі;
- основні закони мікроскопічної електродинаміки;
- основні положення спеціальної теорії відносності та релятивістської електродинаміки;

вміти:

- вивести рівняння Максвелла у вакуумі та середовищі;
- вивести рівняння електромагнітного поля в потенціалах;
- записати варіаційний принцип для електромагнітного поля;
- сформулювати суть мультипольних розкладів електромагнітного поля;
- записати рівняння електродинаміки в релятивістському вигляді.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Електродинаміка вакууму.

Тема 1. Вступ. Заряди і електромагнітне поле. Експериментальні основи і математичне формулювання законів електродинаміки. Рівняння електродинаміки для зарядів і струмів у вакуумі.

Тема 2. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.

Тема 3. Закони збереження електродинаміки: рівняння неперервності, енергії і імпульсу. Тензор напружень.

Тема 4. Електромагнітні потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність. Розв'язок рівнянь Даламбера. Запізнюючі і випереджуючі потенціали.

Тема 5. Стаціонарне електричне поле. Рівняння Пуассона і його розв'язки. Поле на великій відстані від системи. Дипольні і квадрупольні моменти. Енергія електричного поля. Сили, що діють на систему зарядів у зовнішньому полі.

Тема 6. Стаціонарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу. Мультипольні розклади. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в магнітному полі.

Тема 7. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Хвильовий пакет. Енергія електромагнітних хвиль.

Тема 8. Теорія випромінювання. Потенціали, що випереджують і запізнюються. Поле на великій відстані від системи. Електричне дипольне випромінювання. Магнітне дипольне і електричне квадрупольне випромінювання. Сила променистого тертя.

Тема 9. Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами. Диференціальний і повний переріз розсіювання. Формула Томсона.

Змістовий модуль 2. Теорія відносності і макроскопічна електродинаміка

Тема 1. Теорія відносності. Принцип причинності. Перетворення Лоренца і наслідки з них.

Тема 2. Чотиривимірна інтерпретація СТВ. 4-вектори і 4-тензори. Операції в 4 просторі.

Тема 3. Релятивістська механіка вільної частинки. Функція дії. 4-вектор енергії-імпульсу.

Тема 4. Релятивістська коваріантність рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор електромагнітного поля.

Тема 5. Канонічна форма для рівнянь поля. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля.

Тема 6. Рівняння макроскопічної електродинаміки. Усереднення полів. Вектори поляризації і намагнічення. Граничні умови.

Тема 7. Електростатика провідників і діелектриків. Методи розв'язування електростатичних задач.: Енергія і сили, що діють на тіла у електростатичному полі.

Тема 8. Постійний електричний струм. Сторонні сили. Закон Ома і Джоуля-Ленца. Струм в необмеженому середовищі

Тема 9. Магнітне поле стаціонарних струмів. Енергія магнітного поля. Коефіцієнти індукції і самоіндукції.

Тема 10. Квазістаціонарне електромагнітне поле і квазістаціонарні процеси. Скін-ефект.

Тема 11. Електромагнітні процеси в речовині. Заломлення і відбивання електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в провідному середовищі. Хвилі у хвилеводах і резонаторах.

Тема 12. Поляризація середовища в змінному електромагнітному полі. Комплексна діелектрична проникність. Дисперсійні співвідношення. Дисперсія в системі гармонічних осциляторів. Дисперсія хвиль у провідниках та плазмі.

Тема 13. Нелінійна електродинаміка. Нелінійні середовища. Система ангармонічних осциляторів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Електродинаміка вакууму.												
Тема 1. Основні закони електродинаміки	8	2				6						
Тема 2. Система	8	2				6						

рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі.													
Тема 3. Закони збереження електродинаміки.	10	2				8							
Тема 4. Електромагнітні потенціали.	8	2				6							
Тема 5. Стаціонарне електричне поле.	18	4	6			8							
Тема 6. . Стаціонарне магнітне поле.	12	2	4			6							
Тема 7. Вільне електромагнітне поле.	8	2	2			4							
Тема 8. Теорія випромінювання.	16	4	4			8							
Тема 9. Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами.	8	2				6							
Разом за змістовим модулем 1	96	22	16			58							
Змістовий модуль 2. Теорія відносності і макроскопічна електродинаміка													
Тема 1. Основи теорії відносності.	6	2				4							
Тема 2. Чотиривимірна інтерпретація СТВ.	10	2	2			6							
Тема 3. Релятивістська механіка вільної частинки.	10	2	2			6							
Тема 4. Релятивістська коваріантність рівнянь електродинаміки.	12	4	2			6							
Тема 5. Канонічна форма для рівнянь поля.	8	2				6							
Тема 6. Рівняння Максвелла макроскопічної	8	2				4							

електродинаміки.												
Тема 7. Електростатика провідників і діелектриків.	10	2	2			6						
Тема 8. Постійний електричний струм.	7	1				6						
Тема 9. Магнітне поле стаціонарних струмів.	7	1	2			4						
Тема 10. Квазістаціонарне електромагнітне поле	9	1	2			6						
Тема 11. Електромагнітні процеси в речовині.	11	1	4			6						
Тема 12. Поляризація середовища в змінному електромагнітному полі.	11	1	4			6						
Тема 13. Огляд нелінійної електродинаміки.	5	1				4						
Разом за змістовим модулем 2	114	22	20			72						
Усього годин	210	44	36			130						

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принцип суперпозиції полів для напруженості і потенціалу електричного поля.	2
2	Теорема Остроградського-Гауса і її застосування до розрахунку полів.	2
3	Диференціальне рівняння Пуассона і його застосування до розв'язку задач. Обернені задачі.	2
4	Енергія електростатичного поля. Пондеромоторні сили.	2
5	Поле на великій відстані від системи зарядів. Дипольний і квадрупольний моменти.	2
6	Статичне магнітне поле. Теорема Стокса. Рівняння для векторного потенціалу.	2
7	Енергія магнітного поля. Магнітний момент системи.	2
8	Електромагнітні хвилі. Геометрична оптика. Спектральні	2

	розклади.	
9	Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія випромінювання.	2
10	Магнітний і електричний дипольні та електричні квадрупольні моменти системи зарядів, що рухаються.	2
11	Дипольне електричне та магнітне електричне квадрупольне випромінювання найпростіших систем. Антени.	2
12	Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца. 4-вимірні інтерпретація перетворень Лоренца.	2
13	Релятивістська механіка.	2
14	Релятивістська електродинаміка. Перетворення полів. Принцип Гамільтона для поля.	2
15	Метод електричних зображень для задач електростатики провідників і діелектриків.	2
16	Постійний електричний струм	2
17	Квазістаціонарний струм.	2
18	Електромагнітні хвилі у речовині.	2

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні положення векторного числення.	3
2	Експериментальні основи електродинаміки	3
3	Теорія пружності. Тензор напруг.	5
4	Зміст електромагнітних потенціалів.	3
5	Основні положення теорії рівнянь математичної фізики.	5
6	Фізичний зміст електростатичного потенціалу.	4
7	Приклади дипольних і квадрупольних систем.	4
8	Орієнтуюча дія електростатичного поля.	4
9	Приклади магнітних диполів.	4
10	Орієнтуюча дія постійного магнітного поля.	4
11	Поляризація електромагнітних хвиль.	3
12	Ряди Фур'є. Спектральні розклади.	5
13	Застосування випереджувальних систем.	3
14	Приклади дипольних випромінювальних систем.	4
15	Приклади магнітних дипольних випромінювальних систем.	3
16	Закон збереження рухомого електричного заряду.	5
17	Закон збереження рухомого електричного заряду. Принцип відповідності.	4
18	Класичний радіус електрона.	3
19	Експериментальні основи СТВ.	5
20	Тензорне числення.	4
21	Класична і релятивістська області.	3
22	Інваріантність і коваріантність фізичних величин.	4
23	Дія за Гамільтоном.	3
24	Періодичні граничні умови.	4
25	Фізичний зміст компонент тензора електромагнітного поля	3

26	Реліктове випромінювання. Темна енергія та темна матерія.	3
27	Принципи вимірювання індукції та напруженості.	4
28	Температурна залежність діелектричної проникності.	4
29	Пондеромоторні сили.	4
30	Індуктивність.	3
31	Температурна залежність магнітної проникності.	4
32	Телеграфні рівняння.	4
33	Зміст уявної частини діелектричної проникності.	3
34	Види хвиль у хвилеводах.	3
35	Нормальна і аномальна дисперсія.	3

9. Методи навчання

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації

10. Методи контролю

Усне опитування, контрольні роботи, колоквиуми, екзамен.

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Приклад для екзамену

Поточне тестування та самостійна робота				Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		50	100
КР1	Кол1	КР2	Кол2		
15	10	15	10		

КР – контрольна робота, Кол - колоквиум.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D		
50 – 59	E	задовільно	
26 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Методичне забезпечення

1 Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

13. Рекомендована література

Базова

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.2 Теория поля. М.Наука, 1973.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. т.8. Электродинамика сплошных сред. М. Наука, 1983.
3. Бредов М.М., Румянцев В.В. Классическая электродинамика. М. Наука, 1985.
4. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М. Наука, 1980.
5. Левич В.Г. Курс теоретической физики.т.1. М. Наука, 1969.
6. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1992.
7. Сугаков В.Й. Теоретична фізика. Електродинаміка. К. Вища школа, 1974.
8. Измайлов С.В. Курс электродинамики М. Учпедгиз, 1962.
9. Гречко А.Г. и др. Сборник задач по теоретической физике. М. Высшая школа, 1984.
10. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. М. Наука, 1977.
11. Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

Допоміжна

1. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М. Наука, 1965.
2. Новожилов Ю.В., Яппа Ю.А. Электродинамика. М. Наука, 1978.
3. Мултановский А.В., Василевский А.С. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. М. Просвещение, 1990.
4. Савельев И.В. Основы теоретической физики.т.1. М. Наука, 1991.
5. Векштейн Е.Г. Сборник задач по электродинамике. М. Высшая школа, 1966.

14. Інформаційні ресурси

1. Возняк О.М. Теоретична фізика. Класична електродинаміка. Збірник задач. Електронна версія.

Примітки:

1. Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

2. Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, інституту, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором з науково-педагогічної роботи.