

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»

Факультет фізико-технічний

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Загальний курс фізики ч. VI. Електродинаміка

Освітня програма Бакалавр

Спеціальність 104 Фізика та астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки.

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № __ від “_” ____ 2019 р.

м. Івано-Франківськ - 2019

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Електродинаміка
Рівень вищої освіти	бакалавр
Викладач (-і)	Возняк Орест Михайлович
Контактний телефон викладача	Роб. 596082
E-mail викладача	orest.vozniak @ gmail.com
Формат дисципліни	Денна форма навчання
Обсяг дисципліни	9 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	https://classroom.google.com/u/0/c/NDM1MTI3OTMyMTJa http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	1 год. на тиждень, ауд. 214
2. Анотація до курсу	
<p>Курс електродинаміки поряд із класичною та квантовою механікою є однією із основних дисциплін при підготовці фізиків, він покликаний поглибити знання з електродинаміки одержані в загальному курсі фізики, засвоїти математичний апарат класичної теорії поля та застосовувати загальні фундаментальні принципи теоретичної фізики.</p> <p>Предметом вивчення навчальної дисципліни є 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 (принаймні принципово). В курсі електродинаміки викладено і застосовано різні математичні методи дуже корисні не лише в електродинаміці, а й у інших розділах теоретичної фізики.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>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 Максвелла-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.</p> <p>1.2. Основними 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).</p> <p>Цілі: Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв'язку конкретних задач.</p>	
4. Результати навчання (компетентності)	
У результаті проведення лекцій студенти повинні:	
<p>знати :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

У результаті проведення практичних (семінарських) занять студенти повинні:

знати: - основні поняття і закони ядерної фізики та фізики елементарних частинок;

- одиниці вимірювання фізичних величин ядерної фізики;
- основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок.

вміти: - розв'язувати основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок;

- переходити від одних одиниць вимірювання до інших;
- відібрати матеріал що може бути використаний при вивченні фізики в середній школі.

4. Результати навчання (компетентності)

Інтегральна компетентність

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

Загальні компетентності

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

K06. Навички міжособистісної взаємодії.

K07. Навички здійснення безпечної діяльності.

K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

K12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

K14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

K15. 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.

Спеціальні (фахові) компетентності

- K16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.
- K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.
- K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.
- K19. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.
- K20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.
- K21. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.
- K22. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
- K27. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
- K28. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.
- K29. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.
- K30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.
- K31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.
- K32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.
- K33. Здатність застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.
- K34. Здатність сучасних уявлень про основні теоретичні чи експериментальні методи проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення.
- K35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики
- K36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.
- K37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

Очікувані програмні результати навчання

Результати навчання

<p>ПР01. Знати, розуміти та вміти застосовувати 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.</p>							
<p>ПР02. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.</p>							
<p>ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.</p>							
<p>ПР07. Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.</p>							
<p>ПР12. Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження.</p>							
<p>ПР26. Проводити математичне моделювання, аналітичні обчислювання чи чисельні розрахунки з врахуванням можливостей сучасних високопродуктивних обчислювальних систем.</p>							
5. Організація навчання курсу							
Обсяг курсу							
Вид заняття				Загальна кількість годин			
лекції				44			
семінарські заняття / практичні / лабораторні				46			
самостійна робота				160			
Ознаки курсу							
Семестр		Спеціальність		Курс (рік навчання)		Нормативний / вибірковий	
6 - й		Фізика і астрономія		3 - й		Нормативний	
Тематика курсу							
Тема, план			Форма заняття	Літерату ра	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконан ня
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.			лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 2. Система рівнянь Максвелла для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.			лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 4. Електромагнітні потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність. Розв'язок рівнянь Даламбера. Запізнюючі і випереджуючі потенціали.			лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 5. Стационарне електричне			лекція	[1 - 7]	2	2	за

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.					розкладом
Тема 6. Стаціонарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу. Мультипольні розклади. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в магнітному полі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 7. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Хвильовий пакет. Енергія електромагнітних хвиль.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
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.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 9. Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами. Диференціальний і повний переріз розсіювання. Формула Томсона.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Змістовий модуль 2. Теорія відносності і макроскопічна електродинаміка	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 1. Теорія відносності. Принцип причинності. Перетворення Лоренца і наслідки з них.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 2. Чотиривимірна інтерпретація СТВ. 4-вектори і 4-тензори. Операції в 4-просторі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 3. Релятивістська механіка вільної частинки. Функція дії. 4-вектор енергії-імпульсу.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 4. Релятивістська коваріантність рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор електромагнітного поля.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 5. Канонічна форма для рівнянь поля. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля.	лекція	[1 - 7]	2	2	За розкладом

Тема 6. Рівняння макроскопічної електродинаміки. Усереднення полів. Вектори поляризації і намагнічення. Граничні умови.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 7. Електростатика провідників і діелектриків. Методи розв'язування електростатичних задач.: Енергія і сили, що діють на тіла у електростатичному полі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 8. Постійний електричний струм. Сторонні сили. Закон Ома і Джоуля-Ленца. Струм в необмеженому середовищі	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 9. Магнітне поле стаціонарних струмів. Енергія магнітного поля. Коефіцієнти індукції і самоіндукції.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 10. Квазістаціонарне електромагнітне поле і квазістаціонарні процеси. Скін-ефект.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 11. Електромагнітні процеси в речовині. Заломлення і відбивання електромагнітних хвиль. Електромагнітні хвилі в провідному середовищі. Хвилі у хвилеводах і резонаторах.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 12. Поляризація середовища в змінному електромагнітному полі. Комплексна діелектрична проникність. Дисперсійні співвідношення. Дисперсія в системі гармонічних осциляторів. Дисперсія хвиль у провідниках та плазмі.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Тема 13. Нелінійна електродинаміка. Нелінійні середовища. Система ангармонічних осциляторів.	лекція	[1 - 7]	2	2	за розкладом
Практичні роботи.					
Тема 1. Принцип суперпозиції полів для напруженості і потенціалу електричного поля.	практичне	[8 - 11]	4	4	за розкладом
Тема 2. Теорема Остроградського-Гауса і її застосування до розрахунку полів.	практичне	[8 - 11]	4	4	за розкладом
Тема 3. Диференціальне рівняння Пуассона і його застосування до розв'язку задач. Обернені задачі.	практичне	[8 - 11]	2	2	за розкладом
Тема 4. Енергія електростатичного	практичне	[8 - 11]	2	2	за

поля. Пондеромоторні сили.	не				розкладом
Тема 5. Поле на великій відстані від системи зарядів. Дипольний і квадрупольний моменти.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 6. Статичне магнітне поле. Теорема Стокса. Рівняння для векторного потенціалу.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 7. Енергія магнітного поля. Магнітний момент системи.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 8. Електромагнітні хвилі. Геометрична оптика. Спектральні розклади.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 9. Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія випромінювання.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 10. Магнітний і електричний дипольні та електричні квадрупольні моменти системи зарядів, що рухаються.	практичне	[8 – 11]	2	4	за розкладом
Тема 11. Дипольне електричне та магнітне електричне квадрупольне випромінювання найпростіших систем. Антени.	практичне	[8 – 11]	6	4	за розкладом
Тема 12. Основи релятивістської механіки. Перетворення Лоренца. 4-вимірна інтерпретація перетворень Лоренца.	практичне		2	2	за розкладом
Тема 13. Релятивістська механіка.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 14. Релятивістська електродинаміка. Перетворення полів. Принцип Гамільтона для поля.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 15. Метод електричних зображень для задач електростатики провідників і діелектриків.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 16. Постійний електричний струм.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 17. Квазістаціонарний струм.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Тема 18. Електромагнітні хвилі у речовині.	практичне	[8 – 11]	2	2	за розкладом
Самостійне опрацювання					
Тема 1. Основні положення векторного числення.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу

Тема 2. Експериментальні основи електродинаміки	опрацювання	Д[1-5] Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 3. Теорія пружності. Тензор напруг.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 4. Зміст електромагнітних потенціалів.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 5. Основні положення теорії рівнянь математичної фізики.	опрацювання		2		згідно розкладу
Тема 6. Фізичний зміст електростатичного потенціалу.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 7. Приклади дипольних і квадрупольних систем.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 8. Орієнтуюча дія електростатичного поля.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 9. Приклади магнітних диполів.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 10. Орієнтуюча дія постійного магнітного поля.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 11. Поляризація електромагнітних хвиль.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 12. Ряди Фур'є. Спектральні розклади.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 13. Застосування випереджувальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 14. Приклади дипольних випромінювальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 15. Приклади магнітних дипольних випромінювальних систем.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 16. Закон збереження рухомого електричного заряду.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 17. Закон збереження рухомого електричного заряду. Принцип відповідності.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 18. Класичний радіус електрона.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 19. Експериментальні основи СТВ.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 20. Тензорне числення.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 21. Класична і релятивістська області.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 22. Інваріантність і коваріантність фізичних величин.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 23. Дія за Гамільтоном.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 24. Періодичні граничні умови.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 25. Фізичний зміст компонент тензора електро- магнітного поля	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу

Тема 26. Реліктове випромінювання. Темна енергія та темна матерія.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 27. Принципи вимірювання індукції та напруженості.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 28. Температурна залежність діелектричної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 29. Пондеромоторні сили.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 30. Індуктивність.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 31. Температурна залежність магнітної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 32. Телеграфні рівняння.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 33. Зміст уявної частини діелектричної проникності.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 34. Види хвиль у хвилеводах.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу
Тема 35. Нормальна і аномальна дисперсія.	опрацювання	Д[1-5]	2		згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	<p>Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі.</p> <p>Критерії оцінювання знань студентів зі всіх видів робіт на протязі семестру наведені в таблиці 1 а відомістю, в яку виставляються оцінки рубіжного контролю знань, є таблиця 2. Перший модуль здається, як і перші контрольні роботи виконуються після вивчення перших тем програми. Другий модуль здається і другі контрольні роботи виконуються після вивчення решти тем програми.</p>
Вимоги до письмової роботи	Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поставленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо.
Семінарські заняття	При оцінці роботи студента на практичному/семінарському занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку

	конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В противному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений».

7. Політика курсу

Політика курсу

Розділ курсу теоретична фізика “Електродинаміка” є одним із базових курсів фізики. При його вивченні використовуються знання одержані при вивченні курсів математики, математичних методів фізики та попередніх розділів теоретичної фізики. Враховано також, що при вивченні цього розділу необхідні додаткові розділи математики, як то теорія узагальнених функцій, операційне числення. тощо Тому на ці моменти у цьому курсі звернута особлива увага.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення слід формулювати в коректній формі. Неприпустимими є підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо).

8. Рекомендована література

Методичне забезпечення

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

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.

9. Питання для проведення теоретичного змістовного модуля

1. Предмет Електродинаміки.

2. Електричний заряд і закон збереження заряду.
3. Електромагнітне поле і його характеристики.
4. Закон Кулона і його узагальнення. Перше рівняння Максвелла.
5. Циркуляція магнітної індукції. Друге рівняння Максвелла.
6. Закон електромагнітної індукції. Третє рівняння Максвелла.
7. Замкнутість магнітних силових ліній. Четверте рівняння Максвелла.
8. Система рівнянь Максвелла і завдання електродинаміки.
9. Закон збереження енергії електромагнітного поля.
10. Закон збереження імпульсу електромагнітного поля.
11. Електромагнітний потенціал. Рівняння для електромагнітних потенціалів.
12. Гамільтонівська форма для рівнянь електромагнітного поля.
13. Система рівнянь Максвелла для стаціонарного електромагнітного поля.
14. Електростатичний потенціал. Рівняння Пуассона для електростатичного потенціалу.
15. Електростатичне поле на великій відстані від системи зарядів.
16. Енергія електростатичного поля і сили, що діють в електростатичному полі.
17. Поняття про обернену задачу в електростатиці.
18. Система рівнянь для магнітостатичного поля
19. Стаціонарне магнітне поле на великих відстанях від зарядів.
20. Магнітний момент системи.
21. Енергія стаціонарного магнітного поля.
22. Сили, що діють на струми в системі магнітостатичного поля.
23. Система рівнянь Максвелла для вільного електромагнітного поля. Хвильове калібрування електромагнітних потенціалів.
24. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера.
25. Плоскі електромагнітні хвилі. Властивості.
26. Розв'язок хвильових рівнянь у вигляді сферичних хвиль.
27. Плоскі монохроматичні хвилі.
28. Поляризація електромагнітних хвиль.
29. Загальний розв'язок хвильового рівняння.
30. Розв'язок рівнянь Даламбера у вигляді потенціалів, що запізнюються і випереджають.
31. Поле рухомого заряду. Потенціали Віенара-Віхерта.
32. Поле на великій відстані від системи зарядів. Близня і хвильова зона випромінювача.
33. Електричне дипольне випромінювання.
34. Магнітне дипольне і електричне квадрупольне випромінювання.
35. Реакція випромінювання.
36. Природна ширина спектральних ліній.
37. Розсіювання електромагнітних хвиль.
38. Експериментальні основи СТВ.
39. Перетворення Лоренца.
40. Кінематичні наслідки з перетворень Лоренца.
41. Перетворення швидкості.
42. Просторово-часовий інтервал. Класифікація інтервалів.
43. Простір Мінковського. Геометрична інтерпретація перетворень Лоренца.
44. Чотиришвидкість. Чотиривимірні вектори і тензори.
45. Принцип екстремальності дії для релятивістської частки.
46. Чотиривимірний вектор енергії-імпульсу.
47. Закон збереження в системі частинок.
48. Релятивістське рівняння руху.
49. Чотиривимірна форма закону збереження заряду.
50. Коваріантність рівнянь електромагнітного поля для потенціалу.
51. Тензор електромагнітного поля.
52. Перетворення полів.

53. Інваріанти поля.
54. Ефект Доплера.
55. Рівняння макроскопічної електродинаміки як результат усереднення рівнянь для мікрополів. Вектори поляризації і намагнічення.
56. Матеріальні співвідношення для векторів індукції та напруженості.
57. Граничні умови на межі поділу двох середовищ.
58. Основні рівняння для електростатичного поля у середовищі. Електростатика провідників та діелектриків
59. Енергія електростатичного поля в середовищі. Сили, що діють на тіла в електростатичному полі.
60. Стационарне магнітне поле в середовищі. Енергія магнітного поля в середовищі. Сила і момент сили в магнітостатичному полі.
61. Квазістационарне електромагнітне поле. Скін-ефект.
62. Електромагнітні хвилі в речовині. Відбивання і заломлення хвиль на межі двох середовищ.
63. Дисперсійні співвідношення для дійсної і уявної частини діелектричної проникливості. Співвідношення Крамерса-Кроніга.
64. Теорія дисперсії для системи гармонічних осциляторів.
65. Поширення електромагнітних хвиль у провідниках.

10. Питання для підсумкового контролю знань (екзамену)

Білет 1

1. Стационарне електричне поле. Рівняння Пуассона і його розв'язок.
2. Перетворення Лоренца.
3. Рівняння макроскопічної електродинаміки як результат усереднення рівнянь для мікрополів. Вектори поляризації і намагнічення.
4. Задача.

Білет 2

1. Система рівнянь Максвела для електромагнітного поля у вакуумі. Основна задача електродинаміки.
2. 4-вектор швидкості.
3. Матеріальні співвідношення для векторів індукції та напруженості.
4. Задача.

Білет 3

1. Закони збереження електродинаміки: заряду, енергії, імпульсу.
2. Перетворення Лоренца в 4-вимірній формі.
3. Граничні умови на межі поділу двох середовищ.
4. Задача.

Білет 4

1. Електромагнітні потенціали. Рівняння для потенціалів. Градієнтна інваріантність.
2. Закон збереження заряду в 4-вимірній формі.

3. Основні рівняння для електростатичного поля у середовищі. Електростатика провідників та діелектриків.
4. Задача.

Білет 5

1. Рівняння електродинаміки для зарядів і струмів у вакуумі.
2. Скорочення довжини.
3. Енергія електростатичного поля в середовищі. Сили, що діють на тіла в електростатичному полі.
4. Задача.

Білет 6

1. Поле на великих відстанях від системи. Дипольні і квадропольні моменти стаціонарного електричного поля.
2. 4-вектор енергії-імпульсу.
3. Стаціонарне магнітне поле в середовищі. Енергія магнітного поля в середовищі. Сила і момент сили в магнітостатичному полі.
4. Задача.

Білет 7

1. Енергія електростатичного поля. Сили, що діють на систему зарядів в зовнішньому електростатичному полі.
2. Сповільнення часу.
3. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Скін-ефект.
4. Задача.

Білет 8

1. Стаціонарне магнітне поле. Рівняння для векторного потенціалу і його розв'язок. Мультипольні розклади для стаціонарного магнітного поля.
2. Рівняння для електромагнітних потенціалів в коваріантній формі.
3. Електромагнітні хвилі в речовині. Відбивання і заломлення хвиль на межі двох середовищ.
4. Задача.

Білет 9

1. Енергія магнітного поля. Магнітний момент. Сили в стаціонарному магнітному полі.
2. Просторово-часовий інтервал.
3. Поширення електромагнітних хвиль у провідниках.
4. Задача.

Білет 10

1. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Плоскі і сферичні хвилі.
2. Тензор електромагнітного поля.
3. Поляризація середовища в змінному електромагнітному полі. Комплексна діелектрична проникність.
4. Задача.

Білет 11

1. Загальний розв'язок хвильового рівняння. Група хвиль.
2. Принцип екстремальності дії для вільної релятивістської частинки.
3. Дисперсійні співвідношення для дійсної і уявної частини діелектричної проникливості. Співвідношення Крамерса-Кроніга.
4. Задача.

Білет 12

1. Стаціонарне електричне поле. Рівняння Пуассона і його розв'язок.
2. Коваріантна форма першої пари рівнянь Максвела.
3. Теорія дисперсії для системи гармонічних осциляторів.
4. Задача.

Білет 13

1. Теорія випромінювання. Потенціали, що запізнюються і випереджають. Поле на великих відстанях від системи.
2. Коваріантна форма другої пари рівнянь Максвела.
3. Основні рівняння для електростатичного поля у середовищі. Електростатика провідників та діелектриків.
4. Задача.

Білет 14

1. Електричне дипольне випромінювання.
2. Просторово-часовий інтервал. Класифікація інтервалів.
3. Енергія електростатичного поля в середовищі. Сили, що діють на тіла в електростатичному полі.
4. Задача.

Білет 15

1. Магнітне дипольне і електричне квадропольне випромінювання.
2. Релятивістське рівняння руху.
3. Стаціонарне магнітне поле в середовищі. Енергія магнітного поля в середовищі. Сила і момент сили в магнітостатичному полі.
4. Задача.

Білет 16

1. Поле заряду, що рухається. Потенціали Лієнара-Віхерта.
2. Перетворення полів в релятивістській і класичній електродинаміці.

3. Електромагнітні хвилі в речовині. Відбивання і заломлення хвиль на межі двох середовищ.
4. Задача.

Білет 17

1. Сила променистого тертя. Природна ширина спектральних ліній.
2. Інваріанти електромагнітного поля.
3. Квазістаціонарне магнітне поле. Скін-ефект.
4. Задача.

Білет 18

1. Розсіювання електромагнітних хвиль зарядами.
2. Закон додавання швидкостей.
3. Поширення електромагнітних хвиль в провідниках.
4. Задача.

Білет 19

1. Вільне електромагнітне поле. Хвильові рівняння і їх розв'язок методом Даламбера. Плоскі і сферичні хвилі.
2. Простір Мінковського. Геометрична інтерпретація перетворень Лоренца.
3. Рівняння макроскопічної електродинаміки як результат усереднення рівнянь для мікрополів. Вектори поляризації і намагнічення.
4. Задача.

Критерії контролю знань

Таблиця 1

Максимальна кількість балів	Вид роботи
7	Модуль 1-ий
7	Модуль 2-ий
5	Контрольна робота №1 (домашня)
5	Контрольна робота №2 (домашня)
7	Контрольна робота №1 (аудиторна)
7	Контрольна робота №2 (аудиторна)
3	Робота над конспектом
5	Практичні роботи (сер. оцінка)
4	Реферат
50	Екзамен
100	Σ

Відомість контролю знань

Таблиця 2

№ п/п	Вид роботи ІІІ студента	Оцінка (в балах)											
		Модуль 1-ий	Модуль 2-ий	Контр. робота № 1 (домашня)	Контр. робота № 2 (домашня)	Контр. робота № 1 (аудиторна)	Контр. робота № 2 (аудиторна)	Робота над конспектом	Практ. роботи (середня оцінка)	Реферат	Екзамен	Σ	

Викладач _____