МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ _____ 20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Электродинамика Б1.Б.23

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика
Профиль подготовки: Телекоммуникационные системы и информационные технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кутузов А.С. , Ларионов А.Л.

Рецензент(ы):

Соловьев О.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 6122618

Казань
2018

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Кутузов А.С. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Alexander.Kutuzov@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. (доцент) Ларионов А.Л. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Alexander.Larionov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Электродинамика" являются изучение основных понятий, законов и моделей теории электромагнитного поля, обретение навыков решения задач электродинамики.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.23 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, электричество и магнетизм, колебания и волны, оптика, теоретическая механика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

законы микроскопической и макроскопической электродинамики и сферы их применения.

2. должен уметь:

использовать полученные знания для постановки задач по теории электромагнитных полей.

3. должен владеть:

навыками постановки и решения задач микроскопической и макроскопической электродинамики.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

86 баллов и более - "отлично" (отл.);
71-85 баллов - "хорошо" (хор.);
55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);
54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.	5	1-4	8	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.	5	5-9	10	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.	5	10-13	8	0	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.	5	14-18	10	0	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Специальная теория относительности.	5	1-18	0	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.	5	1-4	0	8	0	Контрольная работа
7.	Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.	5	5-9	0	14	0	Контрольная работа
8.	Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.	5	10-14	0	14	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 1. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Необходимые сведения из векторного анализа. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных фактов. Закон сохранения электрического заряда; уравнение непрерывности в дифференциальной и интегральной формах. Сила Лоренца. Закон сохранения энергии. Граничные соотношения для векторов E и H (соотношения для векторов E и H на заряженной поверхности, по которой течёт поверхностный ток). Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца.

Тема 2. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Напряжённость и потенциал объёмного, поверхностного и линейного распределений зарядов в вакууме. Уравнение Пуассона для потенциала. Дельта-функция Дирака. Мультипольное разложение электростатического потенциала: кулоновский, дипольный и квадрупольный члены. Вектор дипольного момента системы зарядов и его свойства. Тензор квадрупольного момента системы зарядов и его свойства. Энергия электростатического поля. Собственная энергия подсистем и энергия взаимодействия подсистем. Сила, действующая на систему зарядов во внешнем электростатическом поле; потенциальная функция для силы. Энергия малой системы во внешнем электростатическом поле. Энергия точечного диполя во внешнем поле. Энергия взаимодействия двух точечных диполей. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения электростатики. Свободные и связанные заряды в веществе. Вектор поляризации вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности связанных зарядов вещества через вектор поляризации. Вектор электрической индукции. Граничные соотношения для векторов E и D. Связь векторов E и D (материальные соотношения); диэлектрическая восприимчивость (поляризуемость) и диэлектрическая проницаемость среды. Проводники и диэлектрики; граница между диэлектриками; граница между проводником и диэлектриком. Типичная задача электростатики проводников и диэлектриков, единственность её решения. Соотношения взаимности Грина. Потенциальные и ёмкостные коэффициенты.

Тема 3. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Уравнение для векторного потенциала и его решение. Векторный потенциал объёмного, поверхностного и линейного токов. Формула Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал и магнитное поле на большом расстоянии от тока. Магнитный момент тока, его независимость от выбора начала координат. Магнитный момент плоского линейного тока. Гиромагнитное отношение. Энергия статического магнитного поля. Собственная энергия токов и энергия взаимодействия токов. Сила, действующая на постоянный ток во внешнем статическом магнитном поле; потенциальная функция для силы. Энергия тока во внешнем статическом магнитном поле. Энергия взаимодействия двух магнитных моментов. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения магнитостатики. Элементарные токи в веществе (т.н. молекулярные токи). Вектор намагниченности вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности элементарных (молекулярных) токов вещества через вектор намагниченности. Граничные соотношения для векторов H и B. Связь векторов H и B (материальные соотношения); магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость среды; диамагнетики, парамагнетики, сильные магнетики. Уравнение для векторного потенциала в случае изотропных однородных сред.

Тема 4. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Усреднение уравнений Максвелла в веществе. Соотношения для векторов E, D, H, B на границе сред. Закон сохранения энергии. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца. Плоские электромагнитные волны в непроводящих средах. Плоские монохроматичные волны. Сложение двух линейно поляризованных монохроматичных волн одинаковых частот, бегущих в одном направлении. Затухание монохроматичной волны в проводящей среде. Запаздывающие потенциалы как решения уравнений Даламбера: проверка этого факта с использованием δ-функции и без неё; проверка выполнения калибровки Лоренца. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.

Тема 5. Специальная теория относительности.

Тема 6. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по математическому аппарату классической электродинамики, номера 1-5, 8, 9, 12-16, 37-52, 55, 56, 58, 59, 61, 62.

Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.

практическое занятие (14 часа(ов)):

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по электростатике в вакууме и в веществе, номера 69, 71-82, 85, 94, 95, 98, 129-133, 142-144, 146, 181-185.

Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.

практическое занятие (14 часа(ов)):

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по магнитостатике в вакууме и в веществе, номера 241-248, 257, 262, 263, 267, 276; задачи по электромагнитным волнам и переменному электромагнитному полю, номера 399-401, 726, 728, 731, 732, 738, 739;

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.	5	1-4	Изучение, осмысление и запоминание лекционного материала. Подготовка к ответу на экзамене.	4	Беседа на экзамене
2.	Тема 2. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.	5	5-9	Изучение, осмысление и запоминание лекционного материала. Подготовка к ответу на экзамене.	5	Беседа на экзамене

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.	5	10-13	Изучение, осмысление и запоминание лекционного материала. Подготовка к ответу на экзамене.	4	Беседа на экзамене
4.	Тема 4. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.	5	14-18	Изучение, осмысление и запоминание лекционного материала. Подготовка к ответу на экзамене.	5	Беседа на экзамене
5.	Тема 5. Специальная теория относительности.	5	1-18	Изучение, осмысление и запоминание учебного материала. Подготовка к ответу на экзамене.	12	Беседа на экзамене
6.	Тема 6. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.	5	1-4	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
7.	Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.	5	5-9	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
8.	Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.	5	10-14	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Виды учебной работы: лекции, практические занятия, контрольные работы, самостоятельная работа.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.

Беседа на экзамене , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Соленоидальные и потенциальные векторные поля. Формула Остроградского-Гаусса и Стокса. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных фактов. Закон сохранения электрического заряда; уравнение непрерывности в дифференциальной и интегральной формах. Сила Лоренца. Закон сохранения энергии. Граничные соотношения для векторов E и H (соотношения для векторов E и H на заряженной поверхности, по которой течёт поверхностный ток). Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца.

Тема 2. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.

Беседа на экзамене, примерные вопросы:

Напряжённость и потенциал объёмного, поверхностного и линейного распределений зарядов в вакууме. Уравнение Пуассона для потенциала. Дельта-функция Дирака. Мультипольное разложение электростатического потенциала: кулоновский, дипольный и квадрупольный члены. Вектор дипольного момента системы зарядов и его свойства. Тензор квадрупольного момента системы зарядов и его свойства. Энергия электростатического поля. Собственная энергия подсистем и энергия взаимодействия подсистем. Сила, действующая на систему зарядов во внешнем электростатическом поле; потенциальная функция для силы. Энергия малой системы во внешнем электростатическом поле. Энергия точечного диполя во внешнем поле. Энергия взаимодействия двух точечных диполей. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения электростатики. Свободные и связанные заряды в веществе. Вектор поляризации вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности связанных зарядов вещества через вектор поляризации. Вектор электрической индукции. Граничные соотношения для векторов E и D. Связь векторов E и D (материальные соотношения); диэлектрическая восприимчивость (поляризуемость) и диэлектрическая проницаемость среды. Проводники и диэлектрики; граница между диэлектриками; граница между проводником и диэлектриком. Типичная задача электростатики проводников и диэлектриков, единственность её решения. Соотношения взаимности Грина. Потенциальные и ёмкостные коэффициенты.

Тема 3. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.

Беседа на экзамене, примерные вопросы:

Уравнение для векторного потенциала и его решение. Векторный потенциал объёмного, поверхностного и линейного токов. Формула Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал и магнитное поле на большом расстоянии от тока. Магнитный момент тока, его независимость от выбора начала координат. Гиромагнитное отношение. Магнитный момент плоского линейного тока. Энергия статического магнитного поля. Собственная энергия токов и энергия взаимодействия токов. Сила, действующая на постоянный ток во внешнем статическом магнитном поле; потенциальная функция для силы. Энергия тока во внешнем статическом магнитном поле. Энергия взаимодействия двух магнитных моментов. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения магнитостатики. Элементарные токи в веществе (т.н. молекулярные токи). Вектор намагниченности вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности элементарных (молекулярных) токов вещества через вектор намагниченности. Граничные соотношения для векторов H и B. Связь векторов H и B (материальные соотношения); магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость среды; диамагнетики, парамагнетики, сильные магнетики. Уравнение для векторного потенциала в случае изотропных однородных сред.

Тема 4. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.

Беседа на экзамене, примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Усреднение уравнений Максвелла в веществе. Соотношения для векторов E, D, H, B на границе сред. Закон сохранения энергии. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца. Плоские электромагнитные волны в непроводящих средах. Плоские монохроматичные волны. Сложение двух линейно поляризованных монохроматичных волн одинаковых частот, бегущих в одном направлении. Затухание монохроматичной волны в проводящей среде. Запаздывающие потенциалы как решения уравнений Даламбера. Принцип причинности. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.

Тема 5. Специальная теория относительности.

Беседа на экзамене, примерные вопросы:

Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Сокращение движущегося масштаба и замедление хода движущихся часов. Закон сложения скоростей в теории относительности. Теория относительности и причинность. Релятивистский интервал. Четырёхмерная формулировка физических законов. Релятивистская кинематика. 4-радиус вектор, собственное время, 4-скорость, 4-ускорение. Релятивистская динамика. Уравнение Минковского. Формула Эйнштейна для энергии свободной частицы. Ультрарелятивистский и нерелятивистский пределы. Релятивистская электродинамика. Собственная плотность заряда. Закон сохранения заряда и преобразование объёмной плотности заряда. 4-плотность тока, 4-потенциал. Уравнения Даламбера для потенциалов и калибровка Лоренца в четырёхмерной форме. Преобразования потенциалов. Тензор электромагнитного поля. Преобразования полей. Релятивистские инварианты электромагнитного поля. Потенциалы и напряжённости электромагнитного поля быстро движущейся заряженной частицы. Уравнения Максвелла в четырёхмерной форме. 4-волновой вектор. Эффект Допплера и аберрация света. Уравнение движения, функции Лагранжа и Гамильтона быстро движущейся частицы в электромагнитном поле.

Тема 6. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по математическому аппарату классической электродинамики, номера 1-5, 8, 9, 12-16, 37-52, 55, 56, 58, 59, 61, 62.

Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по электростатике в вакууме и в веществе, номера 69, 71-82, 85, 94, 95, 98, 129-133, 142-144, 146, 181-185.

Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по магнитостатике в вакууме и в веществе, номера 241-248, 257, 262, 263, 267, 276; задачи по электромагнитным волнам и переменному электромагнитному полю, номера 399-401, 726, 728, 731, 732, 738, 739;

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

1. Электродинамика в вакууме (микроскопическая электродинамика): обобщение экспериментальных фактов, уравнения Максвелла.

2. Закон сохранения энергии.

3. Граничные соотношения для векторов E и H (соотношения для векторов E и H на заряженной поверхности, по которой течёт поверхностный ток).

4. Векторный и скалярный потенциалы. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

5. Электростатика в вакууме (микроскопическая электростатика). Напряжённость и потенциал объёмного, поверхностного и линейного распределений зарядов. Уравнение Пуассона. Дельта-функция Дирака.

6. Мультипольное разложение электростатического потенциала: кулоновский, дипольный и квадрупольный члены.

7. Энергия электростатического поля. Собственная энергия подсистем и энергия взаимодействия подсистем.

8. Сила, действующая на систему зарядов во внешнем электростатическом поле; потенциальная функция для силы. Энергия малой системы во внешнем электростатическом поле. Энергия точечного диполя во внешнем поле. Энергия взаимодействия двух точечных диполей.

9. Электростатика в веществе (макроскопическая электростатика).

10. Проводники и диэлектрики. Граница между диэлектриками. Граница между проводником и диэлектриком. Типичная задача электростатики проводников и диэлектриков, единственность её решения. Соотношения взаимности Грина. Потенциальные и ёмкостные коэффициенты.

11. Магнитостатика в вакууме (микроскопическая магнитостатика). Уравнение для векторного потенциала и его решение. Векторный потенциал объёмного, поверхностного и линейного токов. Формула Био-Савара-Лапласа для напряжённости магнитного поля.

12. Векторный потенциал и магнитное поле на большом расстоянии от тока. Магнитный момент тока, его независимость от выбора начала координат. Магнитный момент плоского линейного тока. Гиромагнитное отношение.

13. Энергия статического магнитного поля. Собственная энергия токов и энергия взаимодействия токов.

14. Сила, действующая на постоянный ток во внешнем статическом магнитном поле; потенциальная функция для силы. Энергия тока во внешнем статическом магнитном поле. Энергия взаимодействия двух магнитных моментов.

15. Магнитостатика в веществе (макроскопическая магнитостатика).

16. Электродинамика в веществе (макроскопическая электродинамика).

17. Соотношения для векторов E, D, H, B на границе сред.

18. Закон сохранения энергии в макроскопической электродинамике (т.е. при наличии вещества).

19. Векторный и скалярный потенциалы в макроскопической электродинамике (т.е. при наличии вещества). Неоднозначность введения потенциалов. Уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровка Лоренца.

20. Плоские электромагнитные волны в непроводящих средах. Плоские монохроматичные волны. Сложение двух линейно поляризованных монохроматичных волн одинаковых частот, бегущих в одном направлении. Затухание монохроматичных волн в проводящих средах.

21. Запаздывающие потенциалы как решения уравнений Даламбера: проверка этого факта с использованием δ-функции и без неё; проверка выполнения калибровки Лоренца.

22. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.

23. Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Сокращение движущегося масштаба и замедление хода движущихся часов. Закон сложения скоростей в теории относительности. Теория относительности и причинность. Релятивистский интервал.

24. 4-радиус-вектор, собственное время, 4-скорость, 4-импульс, 4-ускорение. Уравнение Минковского. Формула Эйнштейна для энергии свободной частицы. Ультрарелятивистский и нерелятивистский пределы.

25. Закон сохранения заряда и преобразование объемной плотности заряда. 4-плотность тока. 4-потенцеал. Уравнения Даламбера для потенциалов и калибровка Лоренца в 4-мерной форме. Тензор электромагнитного поля. Релятивистские инварианты электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в четырёхмерной форме.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Регламент балльно-рейтинговой системы (БРС) по практическим занятиям и самостоятельной работе в семестре:

Письменная контрольная работа No 1: 10 баллов

Письменная контрольная работа No 2: 20 баллов

Письменная контрольная работа No 3: 20 баллов

Примеры задач контрольной работы No 1:

задачи, подобные задачам 1-5, 8, 9, 12-16, 37-52, 55, 56, 58, 59, 61, 62 из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина.

Примеры задач контрольной работы No 2:

1) Найти потенциал и напряжённость электростатического поля, создаваемого круговым цилиндром радиуса R, равномерно заряженным по объёму и по поверхности (заряд единицы длины цилиндра задан).

2) Найти потенциал и напряжённость электростатического поля, создаваемого шаром радиуса R, заряд q которого распределён равномерно по объёму и по поверхности шара. Найти электрическую энергию для этих распределений.

3) Бесконечный цилиндр радиуса R заряжен по объему с плотностью A*r^n, где A - постоянная, r - расстояние до оси цилиндра. Найти потенциал и напряженность электрического поля во всем пространстве, а также электростатическую энергию, локализованную внутри фрагмента цилиндра длины h. В ответе константу A выразить через заряд единицы длины цилиндра.

4) Шар радиуса R заряжен по объему с плотностью A*r^n, где A - постоянная, r - расстояние до центра шара. Найти потенциал и напряженность электрического поля во всем пространстве, а также электростатическую энергию. В ответе константу A выразить через заряд шара q.

5) Заряд распределён сферически-симметрично во всём объёме (плотность - заданная функция расстояния r). Выразить электростатический потенциал и напряжённость электрического поля в виде однократных интегралов по r.

6) Вычислить напряжённости электрического поля точечного диполя с дипольным моментом p. Найти силовые линии.

7) Найти потенциал электростатического поля линейного квадруполя (заряды q, -2q, q расположены на оси z на расстоянии b друг от друга) с точностью до квадрупольных слагаемых включительно.

8) Найти потенциал электростатического поля плоского квадруполя (заряды +q и -q расположены попеременно в вершинах квадрата со стороной b) с точностью до квадрупольных слагаемых включительно.

9) Точечный заряд q расположен на плоской границе раздела двух однородных бесконечных диэлектриков с заданными диэлектрическими проницаемостями. Найти потенциал, напряжённость и индукцию электрического поля.

10) Центр проводящий шар радиуса R с зарядом q расположен на плоской границе раздела двух однородных бесконечных диэлектриков с заданными диэлектрическими проницаемостями. Найти потенциал, напряжённость и индукцию электрического поля. Определить поверхностную плотность заряда шара и поверхностную плотность связанных зарядов, возникших в диэлектрике на поверхности шара.

11) Пространство между обкладками сферического конденсатора частично заполнено диэлектриком, расположенным внутри телесного угла W с вершиной в центре обкладок. Радиусы обкладок a и b, проницаемость диэлектрика задана. Найти ёмкость конденсатора.

12) Однородный диэлектрический шар радиуса R равномерно заряжен по объему, полный заряд его равен q, проницаемость шара известна. Проницаемость окружающей среды равна Ar, где A - постоянная, r - расстояние до центра шара. Найти напряженность электрического поля во всем пространстве и распределение связанных зарядов в системе.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

13) Точечный заряд q находится в однородном диэлектрике с заданной проницаемостью на расстоянии a от плоской границы бесконечно протяжённого проводника. Найти потенциал и напряжённость электрического поля в диэлектрике, распределение индуцированных зарядов на границе диэлектрика и проводника, силу, действующую на заряд q.

14) Найти энергию взаимодействия двух диполей и силу, действующую на один из них со стороны другого.

Примеры задач контрольной работы No 3:

1) Найти магнитное поле, магнитную индукцию и векторный потенциал прямолинейного бесконечного тока J, текущего в среде с заданной магнитной проницаемостью.

2) Найти векторный потенциал и магнитное поле, создаваемые двумя прямолинейными параллельными токами одинаковой величины J, текущими в противоположных направлениях. Расстояние между токами 2a. Магнитная проницаемость среды задана.

3) Определить напряжённость магнитного поля плоскости, по которой прямолинейно течёт ток, равномерно распределённый по поверхности с поверхностной плотностью i. Затем определить напряжённость магнитного поля, созданного двумя параллельными плоскостями, по которым прямолинейно текут токи с одинаковыми поверхностными плотностями i, рассмотрев два случая: (а) токи текут в противоположных направлениях; (б) токи направлены одинаково.

4) Вдоль прямолинейной бесконечно длинной полоски шириной b течёт поверхностный ток, равномерно распределённый по её ширине, сила тока J. (а) Найти напряжённость магнитного поля в окружающем пространстве, разбив полоску на бесконечно узкие полоски и просуммировав их напряжённости (напряжённость прямолинейного бесконечного тока считать известной). (б) Проверить, что на большом расстоянии от полоски магнитное поле совпадает с полем прямолинейного бесконечного тока. (в) Показать, что магнитное поле вблизи центральной части полоски является однородным (совпадает с магнитным полем плоскости, по которой течёт ток, равномерно распределённый по поверхности).

5) Определить во всех точках пространства напряжённость магнитного поля, магнитную индукцию и векторный потенциал, создаваемые током J, текущим по бесконечному цилиндрическому проводнику кругового сечения радиуса R (ток равномерно распределённым по площади сечения). Магнитные проницаемости проводника и окружающего проводник вещества заданы.

6) По поверхности цилиндрической оболочки радиуса R1 течёт ток силой J, равномерно распределённый по окружности сечения. Внутри цилиндрической оболочки находится коаксиальный с ней провод радиуса R2, по которому течёт в обратном направлении ток такой же силой J, равномерно распределённый по площади кругового сечения. Магнитная проницаемости всех веществ заданы. Определить напряжённость магнитного поля, магнитную индукцию и векторный потенциал во всех точках пространства.

7) По проводнику, представляющему собой бесконечный цилиндрический слой (внутренний радиус R1, внешний R2), течёт ток силой J, равномерно распределённый по площади сечения. Определить напряжённость магнитного поля, магнитную индукцию и векторный потенциал во всех точках пространства. Магнитные проницаемости всех сред считать заданными.

8) Вычислить магнитный момент заряженного шара с зарядом q, вращающегося вокруг одного из своих диаметров с заданной угловой скоростью. Рассмотреть случаи равномерного объёмного и поверхностного распределений заряда.

9) Записать декартовы компоненты векторов E и H для плоской монохроматичной электромагнитной волны частоты ω, распространяющейся в среде с заданными диэлектрической и магнитной проницаемостями в положительном/отрицательном направлении оси x/y/z и поляризованной по кругу вправо/влево (направление поляризации "вправо", "влево" определяется вращением правого винта, направленного по волновому вектору.)

10) В проводящей среде распространяется плоская монохроматичная волна. Вычислить средний поток энергии через поверхность куба, рёбра которого параллельны направлению распространения волны. Показать, что этот поток равен средней мощности потерь на джоулево тепло.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Компетенции обучающегося, перечисленные в разделе 3 данной программы, приобретаются посредством разбора и проработки лекционного материала, посредством работы во время аудиторных занятий и посредством самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом.

7.1. Основная литература:

1. Васильев А.Н. Классическая электродинамика. [Электронный ресурс] БХВ-Петербург. 2010. - 276 с. Режим доступа: - http://znanium.com/bookread.php?book=350602

2. Батыгин В.В., Топтыгин. И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. [Электронный ресурс] СПб. 'Лань'. 2010. - 480 с. Режим доступа: - http://e.lanbook.com/view/book/544

3. Каликинский И.И. Электродинамика. [Электронный ресурс] НИЦ Инфра-М. 2014. - 159 с. Режим доступа: - http://znanium.com/bookread.php?book=406832

7.2. Дополнительная литература:

1. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. [Электронный ресурс] Лань. 2008. - 320 с. Режим доступа: - http://e.lanbook.com/view/book/100

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. Главы 1-9. [Электронный ресурс] М. Физматлит. 2006. - 504 с. Режим доступа: - http://e.lanbook.com/view/book/2236

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред [Электронный ресурс]. М. Физматлит. 2005. - 651 с. Режим доступа: - http://e.lanbook.com/view/book/2234

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека Library Genesis - http://gen.lib.rus.ec

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205

Образовательный проект А.Н. Варгина - http://www.ph4s.ru

Поисковик электронных книг - http://www.poiskknig.ru

Сайт Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского - http://kpfu.ru/library

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Электродинамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий с наличием большой доски для письма мелом или маркером.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Телекоммуникационные системы и информационные технологии .

Автор(ы):
Ларионов А.Л. _____
Кутузов А.С. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Соловьев О.В. _____
"__" _____ 201 __ г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ