

Программа дисциплины "Теория поля"

Интерфейс входных и выходных компетенций студентов:

Предполагается, что студенты, слушающие данный курс, знают математический анализ, линейную алгебру, общую физику и теоретическую механику в объеме стандартной программы обучения студентов физических специальностей университетов. В результате изучения курса теории поля и электродинамики студенты научатся пользоваться понятиями и математическим аппаратом теории поля и электродинамики, будут способны самостоятельно применять их к исследованию реальных систем, использовать полученные знания при изучении многих специальных разделов современной физики, таких как квантовая теория поля, теория твердого тела, теория элементарных частиц.

Место предлагаемого учебно-методического комплекса по курсу "Теория поля" в МИФИ:

Предлагаемый учебно-методический комплекс по теории поля и электродинамике предназначен для студентов всех специальностей Факультета экспериментальной и теоретической физики МИФИ. Курс семестровый (16 недель): 3 часа лекций, 2 часа семинарских занятий в неделю. В середине семестра проводится семестровая контрольная работа (8 неделя). В конце семестра студенты сдают семестровое ("большое") домашнее задание. В сессию сдается экзамен.

Программа курса

1. Основные постулаты теории относительности. Скорость распространения взаимодействий. Принцип относительности Эйнштейна.
2. Преобразования Лоренца. Предельный переход к преобразованиям Галилея. Преобразование длины и времени при переходе между инерциальными системами отсчета.

Преобразование скорости при переходе между инерциальными системами отсчета.

3. Интервал между событиями. Собственное время.

4. Четырехмерное пространство. Четырехмерные скаляры, векторы и тензоры. Контра- и ковариантные компоненты векторов и тензоров. Преобразование компонент векторов и тензоров при преобразовании Лоренца.

5. Релятивистская механика. 4-х скорость. Принцип наименьшего действия. Действие и функция Лагранжа свободной частицы. Импульс и энергия. Функция Гамильтона. 4-х импульс.

6. Распад частиц в релятивистской механике.

7. Упругие столкновения в релятивистской механике. Анализ столкновения двух частиц в Л- и Ц-системах. Диаграмма столкновений.

8. Действие и функция Лагранжа заряженной частицы в электромагнитном поле. Четырёхмерный потенциал. Обобщенный импульс.

9. Уравнение движения заряженной частицы в электромагнитном поле.

10. Движение в постоянном однородном электрическом поле.

11. Движение в постоянном однородном магнитном поле.

12. Уравнение движения частицы в электромагнитном поле в четырёхмерном виде. Тензор электромагнитного поля.

13. Преобразование напряженностей электрического и магнитного полей при переходе между инерциальными системами отсчета. Инварианты поля.

14. Калибровочная инвариантность.

15. Действие для электромагнитного поля. Объёмная плотность заряда и тока. Четырёхмерный ток. Уравнение непрерывности.

16. Уравнения Максвелла.

17. Плотность и поток энергии электромагнитного поля.

18. Постоянное электрическое поле. Уравнение Пуассона.

19. Электростатическая энергия системы зарядов.

20. Электрическое поле на больших расстояниях от системы зарядов. Дипольный вклад в разложение потенциала. Поле диполя.

21. Квадрупольный вклад в разложение потенциала. Квадрупольный момент.
22. Система зарядов во внешнем поле.
23. Поле равномерно движущегося заряда.
24. Постоянное магнитное поле. Векторный потенциал и напряженность магнитного поля системы токов.
25. Магнитное поле на больших расстояниях от системы токов. Магнитный момент.
26. Электромагнитные волны в вакууме. Волновое уравнение. Лоренцова калибровка.
27. Плоские волны.
28. Монохроматические плоские волны. Эффект Доплера.
29. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы.
30. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
31. Спектральное разложение зависящих от времени функций.
32. Запаздывающие потенциалы на больших расстояниях от системы зарядов.
33. Разложение запаздывающих потенциалов в интеграл Фурье.
34. Поле излучения. Волновая зона. Интенсивность и спектральное распределение энергии излучения.
35. Дипольное излучение. Интенсивность и распределение энергии излучения по частоте.
36. Торможение излучением.
37. Сечение рассеяния электромагнитных волн. Рассеяние электромагнитной волны свободным зарядом. Рассеяние линейно-поляризованной и неполяризованной волн.
38. Рассеяние электромагнитной волны заряженным осциллятором.
39. Рассеяние электромагнитных волн системой зарядов.
40. Интенсивность магнитно-дипольного и квадрупольного излучения.
41. Тормозное излучение при малых частотах. Излучение при испускании заряженной частицы.
42. Излучение заряда в релятивистском случае.
43. Спектральное распределение энергии излучения заряда в релятивистском случае.