

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического факультета

М.А. Червонный



« 30 » августа 2012 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПД.Р.03 «Теория поля»

Направление подготовки: 050200.62 Физико-математическое образование

Профессионально-образовательный профиль: физика

Степень (квалификация) выпускника: бакалавр физико-математического образования

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - научить студентов самостоятельно проводить вычисления, необходимые при решении задач теории поля. Студент должен увидеть, что многочисленные явления и законы электродинамики, изучавшиеся в общем курсе физики, являются следствием фундаментальных общих принципов и уравнений.

Курс представляет собой фундаментальный раздел основного курса теоретической физики. Задачей преподавания курса является формирование у будущего специалиста-физика целостной картины физических представлений и явлений, связанных с классическим электромагнитным полем. Изучаемый материал в дальнейшем используется в курсах электродинамики сплошных сред, квантовой механики, физики конденсированного состояния и в ряде специальных курсов.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины:

В процессе изучения курса «Теория поля» студент должен:

знать основные понятия этого предмета, понимать содержание фундаментальных законов и основных моделей электродинамики;

уметь формулировать основные определения предмета, использовать уравнения классической механики для конкретных физических ситуаций, проводить необходимые математические преобразования, объяснять содержание фундаментальных принципов и законов, а также способы решения задач.

обладать навыками применения общих методов электродинамики к решению конкретных задач.

3. Объем дисциплины в часах и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (час)	Распределение по семестрам (час)	
		4	5
	Всего 156	4	5
Аудиторные занятия	105	51	54
Лекции	70	34	36
Практические занятия	35	17	18
Семинары			
Лабораторные работы			
Другие виды аудиторных работ			
Другие виды работ			
Самостоятельная работа	51	25	26
Курсовой проект (работа)			
Расчетно-графические работы			
Реферат			
Расчетно-графические работы			
Формы текущего контроля		экзамен	экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1 Раздел учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (Темы)	Виды учебной работы (часы) (в соответствии с учебным планом)		
		Лекции	Практические (семинары)	самостоятельные
1	Основы специальной теории относительности	6	3	5
2	Уравнения электростатики	7	3	5
3	Уравнения магнитостатики	7	3	5
4	Электромагнитные волны в вакууме	7	3	5
5	Электромагнитное поле в веществе	7	4	5
6	Пространство Минковского	6	2	7
7	Взаимодействие зарядов	10	4	7
8	Действие для электромагнитного поля	10	6	6
9	Функция Грина для уравнения Максвелла	10	6	6

4.2 Содержание разделов дисциплины:

- 1. Основы специальной теории относительности:** Введение в теорию относительности. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразования Лоренца. Релятивистский импульс и полная энергия. Уравнение движения в СТО.
- 2. Уравнения электростатики:** Теорема Гаусса. Применение Теоремы Гаусса. Примеры расчета электрических полей. Электростатическая энергия. Поле диполя. Мультипольные разложения потенциалов и полей. Интегрирование уравнения Пуассона.
- 3. Уравнения магнитостатики:** Уравнения Максвелла для магнитостатики. Векторный потенциал. Постоянный электрический ток и постоянное магнитное поле в вакууме. Закон Био – Савара – Лапласа. Электромагнитная индукция. Взаимная индукция, самоиндукция. Энергия магнитного поля.
- 4. Электромагнитные волны в вакууме:** решения уравнений Максвелла без зарядов и токов. Волновые уравнения для полей. Плоские волны (одномерный, двумерный и трехмерный случаи). Цилиндрические волны. Сферические волны. Поперечность электромагнитных волн. Поляризация электромагнитных волн. Преобразование электрических и магнитных полей в СТО. Вектор Пойнтинга. Энергия электромагнитного поля (ЭМП). Импульс ЭМП. Момент импульса ЭМП. Излучение электромагнитных волн;
- 5. Электромагнитное поле в веществе:** Усреднение уравнений поля для свободных и связанных зарядов. Уравнения Максвелла для ЭМП в веществе. Магнитная и диэлектрическая проницаемость. Постоянное электрическое поле в средах. Постоянное магнитное поле в средах. Магнетизм вещества. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.

6. **Пространство Минковского:** 4-мерный формализм теории относительности. Функция Лагранжа свободной частицы. Энергия и импульс в теории относительности.
7. **Взаимодействие зарядов:** Взаимодействие в теории относительности. Уравнения движения заряда. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля. Калибровочная инвариантность. Решение уравнений движения заряда в однородном электрическом и магнитном полях, электрический дрейф.
8. **Действие для электромагнитного поля:** Первая пара уравнений Максвелла. Четырехмерный вектор плотности тока. Вторая пара уравнений Максвелла. Трехмерная запись уравнений Максвелла. Интегральная форма уравнений Максвелла. Свойства электромагнитного поля. Уравнение непрерывности, закон сохранения заряда. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса.
9. **Функция Грина для уравнения Максвелла:** Общее решение уравнения Максвелла. Запаздывающие потенциалы. Решение уравнений Максвелла с зарядами и токами. Потенциалы Лиенара-Вихерта произвольно движущегося заряда. Электрическое и магнитное поле произвольно движущегося заряда. Конвективное поле и поле излучения.

5. **Лабораторный практикум:** не предусмотрен

6. **Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

6.1 Рекомендуемая литература:

а) основная литература

1. Савельев И.В. Основы теоретической физики. в 2 т. Т. 1. Механика. Электродинамика / И. В. Савельев. – Изд. 3-е, стереотип. – СПб.: Лань, 2005. – 493 с.
2. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. Москва. Бином. 2003.
3. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теория поля — Издание 8-е, стереотипное. — М.: Физматлит, 2006.
4. В. В. Мултановский, А. С. Василевский. Курс теоретической физики. Классическая электродинамика. Издательство: Дрофа Серия: Высшее образование. 2006 г.

б) Дополнительная литература:

1. Бредов М.М. Классическая электродинамика: учебное пособие для вузов / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин ; под ред. И. Н. Топтыгина. -СПб.: Лань, 2003.-398, [1] с
2. Азоркина О.Д., Эпп В. Я. Электродинамика. Пособие по решению задач. Методическое пособие]/О. Д. Азоркина, В. Я. Эпп; МО РФ.-Томск: Издательство ТГПУ, 2010.-48 с.
3. Эпп, В. Я, Разина, Г. К. Задания для самостоятельной работы по курсу "Электродинамика": [Методическое пособие]/В. Я. Эпп, Г. К. Разина; МО РФ.-Томск: Издательство ТГПУ, 2002.-12 с.

6.2 Средства обеспечения освоения дисциплины.

Рекомендуемая литература и учебно-методические пособия по предмету. Вся основная литература, указанная в пункте 6.1 имеется в достаточном количестве в библиотеке ТГПУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Компьютерные контролирующие программы (тесты), компьютерный класс с выходом в Интернет. Лаборатория теоретической физики.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

8.1 Методические рекомендации преподавателей

Вначале семестра преподаватель должен дать список рекомендованной для изучения литературы, сделав упор на более близких к читаемому курсу источниках, следует предупредить студентов, что некоторые темы, входящие в экзаменационные вопросы, должны будут ими разбираться самостоятельно. Предлагаемые темы для самостоятельного изучения должны развивать умение работать с литературой, должны быть доступными, иметь обзорный характер. Это могут быть например такие темы: История развития электродинамики, Парадоксы теории относительности, Современные прикладные аспекты электродинамики или другие темы по усмотрению преподавателя. В течении семестра можно дать 1 - 2 вопроса.

Преподавателям рекомендуется проверять в течение семестра с помощью кратких опросов усвоение студентами учебного материала. В опрос должны включаться темы всех прочитанных после предыдущего опроса разделов. Студент, присутствующий в аудитории, успевает ответить на 1-2 кратких вопросов. Ответы студентов оцениваются по пятибалльной системе, заносятся в журнал и используются как дополнительная информация при выставлении экзаменационных отметок и при аттестации студентов в середине семестра. Кроме этого, преподаватель задаёт студентам задачи для внеаудиторной самостоятельной работы, подобные разобранным в лекционном курсе и контролирует успешность самостоятельного решения студентами этих задач (как минимум, проверяя вслух правильность полученных ответов). Студентов следует информировать в самом начале курса, что уклонение от решения задач и отрицательные результаты опросов («двойка») повлекут за собой дополнительную нагрузку на экзамене (а следовательно, могут существенно снизить оценку). Преподаватель имеет право задать любое количество вопросов на экзамене из не зачтённой студенту при опросе темы, а также предложить любое количество не решённых студентом своевременно задач.

8.2. Методические рекомендации для студентов

Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы. Студентам необходимо выполнить индивидуальные задания по основным темам курса, оценки за которые учитываются при выставлении оценок на экзаменах. Выполнение заданий, вынесенных на самостоятельную работу, проверяются преподавателем в течение семестра, по ним выставляются оценки, которые учитываются при выставлении окончательных оценок на экзамене.

Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Вопросов и заданий для самостоятельной работы:

1. Определение системы отсчета.
2. Преобразования Галилея для координат.
3. Закон сложения скоростей.
4. Постулаты специальной теории относительности.
5. Следствия из постулатов специальной теории относительности.
6. Преобразования Лоренца для координат.
7. Преобразования Лоренца для скорости.
8. Соотношение пространственных отрезков в разных системах отсчета.
9. Соотношение отрезков времени в разных системах отсчета.
10. Собственное время.
11. Определение интервала между событиями.
12. Пространственно-подобный и времени-подобный интервалы.
13. Причинно-следственные связи между событиями.
14. Метрический тензор.
15. Переход от ковариантных координат к контравариантным и обратно.

16. Свертка 4-мерных векторов.
17. Определение 4-мерного тензора 2 ранга.
18. Свойства симметричных и антисимметричных тензоров.
19. Преобразования Лоренца в 4-мерном виде.
20. Определение четырехмерной скорости и ускорения.
21. Свертка четырехмерной скорости и ускорения.
22. Функция Лагранжа свободной частицы.
23. 4-мерный импульс.
24. Соотношение между энергией и импульсом.
25. Компоненты 4 мерного потенциала поля.
26. Уравнения движения заряда.
27. Определения напряженности электрического и магнитного полей.
28. Тензор электромагнитного поля.
29. Дуальный тензор электромагнитного поля.
30. Сила Лоренца.
31. Преобразования Лоренца для поля.
32. Инварианты электромагнитного поля.
33. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля.
34. Первая пара уравнений Максвелла.
35. Закон индукции Фарадея.
36. 4-мерный вектор плотности тока.
37. Вторая пара уравнений Максвелла.
38. Понятие тока смещения.
39. Вторая пара уравнений Максвелла в интегральной форме.
40. Теорема Гаусса.
41. Уравнение непрерывности в дифференциальной форме.
42. Уравнение непрерывности в интегральной форме.
43. Закон сохранения заряда.
44. Плотность энергии электромагнитного поля.
45. Вектор Умова-Пойнтинга.
46. Определение тензора энергии-импульса.
47. Тензор напряжений Максвелла.
48. Диагональный вид тензора энергии-импульса.
49. Уравнение Пуассона.
50. Закон Кулона для потенциала и напряженности электрического поля.
51. Классический радиус электрона.
52. Поле диполя.
53. Закон Био-Савара-Лапласа.
54. Закон Био-Савара для линейного тока.
55. Магнитный момент.
56. Магнитный момент замкнутого тока.
57. Магнитный момент заряженной частицы.
58. Свойства плоских волн.
59. Инварианты электромагнитного поля для плоских волн.
60. Потенциалы Лиенара-Вихерта в трехмерной форме.
61. Поле излучения и конвективное поле движущегося заряда.
62. Интенсивность излучения и мощность излучения заряда.

Вопросы для самопроверки:

1. Векторная алгебра: скалярное, векторное и смешанное произведения векторов.
2. Векторное поле. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии.
3. Поток вектора через поверхность.
4. Циркуляция вектора по замкнутому контуру.

5. Градиент скалярного поля. Дивергенция и ротор векторного поля.
6. Оператор Лапласа.
7. Интегральные теоремы Гаусса и Стокса.
8. Системы единиц СИ и СГС. Системы единиц в электродинамике.
9. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
10. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.
11. Исторический контекст открытия уравнений Максвелла.
12. Введения понятие тока смещения; доказательство электромагнитной природы света.
13. Тензор напряжений Максвелла.
14. Приведение тензора энергии-импульса к диагональному виду.
15. Вид силовых линий поля диполя.
16. Инварианты электромагнитного поля для плоских волн.
17. Поперечный и продольный эффекты Доплера.

Перечень вопросов к экзамену:

(4 семестр)

1. Специальная теория относительности: преобразования Лоренца.
2. Специальная теория относительности: промежутки времени и длина в различных системах отсчета.
3. Специальная теория относительности: преобразование скоростей.
4. Специальная теория относительности: релятивистский импульс, уравнение релятивистской динамики.
5. Специальная теория относительности: взаимосвязь энергии и импульса; преобразование энергии и импульса.
6. Сила Лоренца, общие закономерности движения в электромагнитном поле.
7. Общее решение уравнений Максвелла (вакуум) с помощью скалярного и векторного потенциалов. Волновые уравнения для потенциалов.
8. Условие калибровки потенциалов. Калибровка Лоренца.
9. Уравнение непрерывности. Вторая пара уравнений Максвелла.
10. Уравнения Максвелла для электростатики. Общее решение для скалярного потенциала.
11. Поток вектора E . Теорема Гаусса.
12. Поле проводника. Поле внутри полости.
13. Уравнение для потенциалов.
14. Дипольный момент.
15. Электростатическая энергия.
16. Уравнения Максвелла для магнитостатики.
17. Общие свойства постоянного магнитного поля в вакууме. Силовое действие магнитного поля.
18. Закон Био-Савара-Лапласа.
19. Электромагнитные волны в вакууме: решения уравнений Максвелла без зарядов и токов.
20. Волновые уравнения для полей. Плоские волны.
21. Поперечность электромагнитных волн.
22. Теорема Пойнтинга: баланс энергии в системе заряды + ЭМП.
23. Электрическое поле в диэлектриках.
24. Магнитное поле в веществе.
25. Взаимодействие электромагнитной волны с атомом и поляризация вещества
26. Поляризационные заряды и токи в диэлектрике
27. Модификация уравнений Максвелла для диэлектриков
28. Электромагнитные волны в диэлектриках – общий случай

(5 семестр)

1. Постулаты СТО. Интервал. Инвариантность Интервала.
2. Собственное время.
3. Преобразования Лоренца.
4. 4 – мерные векторы и тензоры. 4 – скорость.
5. Принцип наименьшего действия в СТО.
6. Энергия и импульс в СТО.
7. Момент импульса в СТО.
8. 4 – потенциалы ЭМП.
9. Уравнение движения заряда в ЭМП.
10. Калибровочная инвариантность.
11. Тензор ЭМП.
12. 4 – вектор тока. Уравнение непрерывности.
13. Тензор энергии и импульса в СТО.
14. Тензор энергии и импульса ЭМП.
15. Первая пара уравнений Максвелла.
16. Вторая пара уравнений Максвелла.
17. Функция Грина для уравнений Максвелла.
18. Запаздывающая функция Грина
19. Запаздывающие потенциалы.
20. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов.
21. Потенциалы Лиенера Вихерта.
22. Формула Лармора для интенсивности излучения нерелятивистских зарядов.
23. Формула Лиенара для интенсивности излучения релятивистских частиц.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050200.62 Физико-математическое образование, квалификация (степень) - Бакалавр физико-математического образования

Программу составил
доктор физ.-мат. наук,
профессор кафедры теоретической физики



Ю.П. Кунашенко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 8 от “30” августа 2012 г.

Заведующий кафедрой



И.Л. Бухбиндер

Программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ (УМС университета), протокол № 5 от 30 августа 2012 г.

Председатель УМК физико-математического факультета



З.А.Скрипко