

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального 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

Специальная теория относительности БЗ.ДВ.3

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Попов В.А.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 688617

Казань

2017

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

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Попов В.А. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики, Vladimir.Popov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Специальная теория относительности" являются знакомство с основами современных представлений о пространстве, времени и движении, изучение принципов релятивистской физики, являющейся фундаментальной основой для многочисленных физических теорий. Предлагаемый курс включает в себя знакомство с математическим аппаратом, применяемым в релятивистской физике, изучение основ теории электромагнитного поля, связи законов сохранения и свойств пространства-времени.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина "Специальная теория относительности" является дисциплиной по выбору в профессиональном цикле (Б.3.ДВ.3.).

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011200.62 - "Физика": Б2.Б.1 "Математический анализ", Б2.Б.2 "Аналитическая геометрия", Б2.Б.3 "Линейная алгебра", Б2.Б.4 "Векторный и тензорный анализ", Б3.Б.1 "Механика", Б3.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б3.Б.8 "Теоретическая механика. Механика сплошных сред".

Специальная теория относительности является базисной составляющей современной физики, и освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности. Освоение курса "Специальная теория относительности" необходимо для изучения дисциплин Б3.Б.9 "Электродинамика", Б2.ДВ.2 "Теория спиноров", Б3.ДВ.4 "Физика черных дыр и кротовых нор", Б3.ДВ.5 "Релятивистская кинетика и гидродинамика", Б3.ДВ.6 Общая теория относительности", Б3.ДВ.7 "Квантовая теория поля", Б3.ДВ.8 "Космология".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способностью овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОК-16 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки);
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований;
пк-4	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- постулаты специальной теории относительности
- основные понятия и принципы релятивистской кинематики и динамики
- четырехмерную формулировку электродинамики, основы теории поля

2. должен уметь:

- использовать принципы специальной теории относительности при решении задач,
- использовать четырехмерную форму записи физических законов.

3. должен владеть:

навыками решения задач теории электромагнитного поля и релятивистского движения частиц

4. должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 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.

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. Экспериментальные предпосылки специальной теории относительности.	6	1	1	0	0	
2.	Тема 2. Пространство Минковского	6	1,2	1	2	0	Контрольная работа Устный опрос
3.	Тема 3. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.	6	3,4	3	3	0	Устный опрос Контрольная работа
4.	Тема 4. Релятивистская динамика свободной частицы	6	5	2	0	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Динамика специальной теории относительности	6	6	0	2	0	Контрольная работа
6.	Тема 6. Заряженная частица в электромагнитном поле	6	7,8	2	4	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла	6	9,10	2	2	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса	6	11-14	3	6	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Электромагнитные волны	6	15,16	2	3	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Введение в релятивистскую гидродинамику	6	17,18	2	3	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				18	25	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Экспериментальные предпосылки специальной теории относительности.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Измерение скорости света Ремером. Опыты Физо и Фуко. Опыты Майкельсона и Морли

Тема 2. Пространство Минковского

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Структура пространства Минковского. Четырехмерный интервал. Четыре-векторы и тензоры. Световой конус.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Векторы и тензоры в пространстве Минковского

Тема 3. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Группы Лоренца и Пуанкаре. Преобразования пространственных и временных интервалов, скоростей. Парадоксы специальной теории относительности.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Преобразования Лоренца. Преобразования пространственных и временных интервалов, скоростей.

Тема 4. Релятивистская динамика свободной частицы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Релятивистская функция Лагранжа для свободной частицы. Энергия и импульс релятивистской частицы. Принцип наименьшего действия для свободной частицы. Законы сохранения.

Тема 5. Динамика специальной теории относительности

практическое занятие (2 часа(ов)):

Закон сохранения энергии-импульса. Процессы рассеяния

Тема 6. Заряженная частица в электромагнитном поле

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Релятивистская функция Лагранжа для заряженной частицы в электромагнитном поле. Тензор Максвелла.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Структура тензора Максвелла. Движение заряженной частицы в электромагнитном поле

Тема 7. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в четырехмерной и трехмерной записи. Инварианты электромагнитного поля

практическое занятие (2 часа(ов)):

Преобразование Лоренца для электромагнитного поля

Тема 8. Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса. Тензор момента импульса. Симметричность тензора энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Тензор энергии-импульса скалярного поля

практическое занятие (6 часа(ов)):

Уравнения движения скалярного поля. Тензор энергии-импульса скалярного поля

Тема 9. Электромагнитные волны**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Электромагнитные волны. Геометрическая оптика. Гамильтонова теория лучей. Волны в диспергирующей среде.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Волны в диспергирующей среде. Эффект Вавилова Черенкова.

Тема 10. Введение в релятивистскую гидродинамику**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнения релятивистская гидродинамики идеальной жидкости. Виды течений.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Нерелятивистский предел гидродинамических уравнений. Звуковые волны

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
2.	Тема 2. Пространство Минковского	6	1,2	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
3.	Тема 3. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.	6	3,4	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Релятивистская динамика свободной частицы	6	5	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
5.	Тема 5. Динамика специальной теории относительности	6	6	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
6.	Тема 6. Заряженная частица в электромагнитном поле	6	7,8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
7.	Тема 7. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла	6	9,10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса	6	11-14	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
9.	Тема 9. Электромагнитные волны	6	15,16	подготовка к устному опросу	2	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
10.	Тема 10. Введение в релятивистскую гидродинамику	6	17,18	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				29	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Формы учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Проведение лекционных занятий предусматривает использование мультимедийных средств. Материалы курса лекций, список контрольных вопросов, задания для практических занятий и самостоятельной работы, размещены в интернете на сайте Института Физики.

Консультации проводятся в обозначенное в расписании время и в режиме "online".

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

Тема 1. Экспериментальные предпосылки специальной теории относительности.

Тема 2. Пространство Минковского

контрольная работа , примерные вопросы:

Векторы и тензоры в пространстве Минковского

устный опрос , примерные вопросы:

Структура пространства Минковского. Интервал. Световой конус (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 3. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.

контрольная работа , примерные вопросы:

Преобразования Лоренца. Преобразования скоростей

устный опрос , примерные вопросы:

Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Группы Лоренца и Пуанкаре. Преобразования пространственных и временных интервалов, скоростей. Парадоксы специальной теории относительности (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 4. Релятивистская динамика свободной частицы

устный опрос , примерные вопросы:

Вывод уравнений движения для свободной релятивистской частицы. Закон сохранения энергии-импульса (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 5. Динамика специальной теории относительности

контрольная работа , примерные вопросы:

Движение релятивистских частиц. Закон сохранения энергии-импульса (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 6. Заряженная частица в электромагнитном поле

устный опрос , примерные вопросы:

Вывод уравнений движения для заряженной релятивистской частицы. Структура тензора Максвелла (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 7. Действие для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла

устный опрос , примерные вопросы:

Вывод уравнений Максвелла. Инварианты электромагнитного поля (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 8. Теорема Нетер. Тензор энергии-импульса

устный опрос , примерные вопросы:

Теорема Нетер. Сохраняющиеся величины. Структура тензора энергии-импульса (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 9. Электромагнитные волны

устный опрос , примерные вопросы:

Электромагнитная волна. Волновой вектор. Приближение геометрической оптики. Распространение фотона в среде. Эффект Вавилова-Черенкова (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема 10. Введение в релятивистскую гидродинамику

устный опрос , примерные вопросы:

Ковариантные гидродинамические уравнения. Нерелятивистский предел. Виды течений идеальной жидкости. Звуковые волны в идеальной жидкости (раздел формирует компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10, ОК-1, ОК-3.)

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Форма аттестации: экзамен

Регламент балльно-рейтинговой системы по практическим занятиям

Текущая работа 50

Экзамен 50

Вопросы к экзамену

1. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца
2. Преобразования интервалов времени, длины, объема, скорости, абберация света
3. Релятивистская механика свободной частицы (трехмерное описание)
4. Ковариантные уравнения движения свободной частицы
5. Принцип наименьшего действия для систем с произвольным лагранжианом.
6. Движение частицы в электромагнитном поле
7. Тензор Максвелла и его свойства.
8. Инварианты электромагнитного поля
9. Первая и вторая пара уравнений Максвелла в ковариантной форме.
10. Получение уравнений Максвелла в трехмерном виде
11. Теорема Нетер
12. Тензор энергии-импульса, момент импульса и их свойства
13. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля
14. Электромагнитные волны.
15. Геометрическая оптика
16. Гамильтонова теория лучей в вакууме
17. Гамильтонова теория лучей в диспергирующей среде
18. Эффект Вавилова-Черенкова
19. Уравнения гидродинамики для идеальной жидкости
20. Виды течений идеальной жидкости
21. Звуковые волны в идеальной жидкости

7.1. Основная литература:

Механика и теория относительности, Матвеев, Алексей Николаевич, 2009г.

Общая теория относительности, Уолд, Роберт М.; Гаврилов, В. Р., 2008г.

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.2 Теория поля. - 8-е изд., стереот. - Изд-во: "Физматлит". 2006г. 536 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2236

2. Лукаш В.Н., Михеева Е.В., Физическая космология. - М.: Физматлит, 2012. - 404 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/5279/> (издательство "Лань")

http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/books/o_26680(сайт РФФИ)

3. Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. - М.: Физматлит, 2009. - 158 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114 (издательство "Лань")

4. Фортон В.Е. Экстремальные состояния вещества. - М.: Физматлит, 2009. - 304 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2154 (издательство "Лань")

5. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности / Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. - СПб.: Лань, 2010. - 480 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=544

6. Очень специальная теория относительности. Иллюстрированное руководство / Бэйс С. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 107 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8714

7. Введение в релятивистскую электродинамику сплошных сред [Текст: электронный ресурс] : учебно-методическое пособие к курсу "Специальная теория относительности" : курс лекций / А. Б. Балакин ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Электронные данные (1 файл: 0,36 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2010) .? Загл. с экрана.

Режим доступа: открытый .?

7.2. Дополнительная литература:

1. Гриб А.А. Основные представления современной космологии. - М.: Физматлит, 2008. - 108 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2168 (издательство "Лань")

2. Специальная теория относительности / В. А. Угаров .? Изд. 2-е, перераб. и доп. ? Москва : Наука, 1977 .? 384 с. : ил., портр.

3. Электродинамические и релятивистские эксперименты. Специальная теория относительности / М. Б. Васильев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Иркут. гос. техн. ун-т .? Иркутск : ИГТУ, 2005 .? 196 с. : ил. ; 20 .? Библиогр. в подстроч. примеч.

7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Страница доцента В.♦А.♦Попова - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=2&num=57>

Учебники и монографии по теории относительности - <http://telescope1.ucoz.ru/index/0-40>

Учебники и монографии по теории относительности -

<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/relativity.htm>

Электронная библиотека мехмата МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

Электронно-библиотечная система znanium.com - <http://znanium.com/catalog.php>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <http://e.lanbook.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Специальная теория относительности" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Попов В.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____

"__" _____ 201__ г.