

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



Программа дисциплины
Физика высоких энергий и космология М2.В.2

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Сушкин С.В.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушкин С. В.

Протокол заседания кафедры № ____ от "____" ____ 201____ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ____ от "____" ____ 201____ г

Регистрационный № 667314

Казань

2014

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) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Сушков С.В. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Sergey.Sushkov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Физика высоких энергий и космология" (ДН(М).Р.2) являются изучение основных методов и подходов современной квантовой теории материи и взаимодействующих полей, знакомство с калибровочными теориями и стандартной моделью, а также обсуждение успехов и трудностей стандартной модели в контексте современной космологии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.В.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина (М2..Р.2) "Физика высоких энергий и космология" относится к профессиональному циклу дисциплин направления для магистров (блок М.2) по направлению подготовки 011200 "Физика", профиль "Теоретическая и математическая физика". Обучающийся должен владеть знаниями и умениями, полученными при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла (блок Б.2), а также базовой части профессионального цикла (модуль "Теоретическая физика") и дисциплин Б.3.ДВ6 "Общая теория относительности", Б.3.ДВ7 "Квантовая теория поля", ДН(М).В1.2 "Калибровочные поля", Б3.ДВ3.5 "Космология" и ЕН.В1.2 "Теория суперсимметрий". Освоение данной дисциплины необходимо для успешного решения обучающимися научно-исследовательских и научно-инновационных задач, а также для научно-исследовательской практики по калибровочным полям.

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)	способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-8 (профессиональные компетенции)	способностью проводить свою профессиональную деятельности с учетом социальных, этических и природоохранных аспектов

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и факты алгебры и анализа с антикоммутирующими переменными и теории суперсимметрий; иметь представление об особенностях и основных идеях новейших теоретических исследований в области квантовой физики.

2. должен уметь:

уметь понимать основные принципы и подходы в теории супергравитации и теории суперструн;

3. должен владеть:

техникой дифференцирования и интегрирования функций со значениями в гравитационной алгебре, а также основными приемами вычислений в теории супергрупп и теории супермногообразий;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

знать основные постулаты, лежащие в основе современной космологии и особенности основных процессов, происходящих на ранних стадиях эволюции Вселенной, а также на современной стадии;

овладеть современными теоретическими методами исследования процессов образования крупномасштабной структуры Вселенной в рамках общей теории относительности.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 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. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и квазары.	3	1	2	2	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Математические основы космологии.	3	2	3	3	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Физические основы космологии.	3	3	3	3	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.	3	4	3	3	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.	3	5	2	2	0	реферат
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			13	13	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основы релятивистской кинетики и термодинамики и её приложения к астрофизике и космологии. Релятивистское кинетическое уравнение, баланс энергии, импульса и энтропии. Релятивистская гидродинамика и теория плазмы. Модельные тензоры энергии-импульса. Локальное термодинамическое и химическое равновесие. Классификация уравнений состояния. Равновесие, устойчивость и эволюция звездных структур. Звезды в состоянии конвективного равновесия, политропы, белые карлики и нейтронные звезды. Черные дыры и кротовые норы. Горизонты и сингулярности.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Сферически симметричная метрика. Тензор энергии-импульса и уравнение состояния идеальной жидкости. Уравнение Оппенгеймера-Волкова. Метрика Шварцшильда.

Тема 2. Математические основы космологии.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Космологические модели (математические аспекты). Космологический принцип. Ньютона космология. Изотропные космологические модели Фридмана-Леметра-Робертсона-Уолкера. Стационарные космологические модели. Модель де Ситтера. Анизотропные космологические модели. Модель Казнера. Модель с магнитным полем.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Геометрия однородных изотропных пространств. Метрика Фридмана-Робертсона-Уолкера. Открытая, закрытая и плоская космологические модели. Космологический член и метрика де Ситтера. Анизотропные модели Бьянки.

Тема 3. Физические основы космологии.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Эволюции изотропной Вселенной (физические аспекты). Термодинамическое равновесие и кинетические процессы в расширяющейся Вселенной. Каноническая теория Горячей Вселенной, температурная история и основные периоды расширения. Инфляционная стадия. Реликтовое излучение. Нуклеосинтез в горячей модели Вселенной.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Модель Вселенной, заполненной пылью и излучением. Инфляционная модель.

Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Гравитационная неустойчивость и структурообразование во Вселенной. Теория Джинса и Боннора. Теория Лифшица. Эволюция первичных возмущений скалярного, векторного и тензорного типов. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Уравнения для скалярных, векторных и тензорных возмущений.

Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Ключевые проблемы современной космологии. Теория Ранней Вселенной. Ускоренное расширение Вселенной на современном этапе: наблюдательные данные и классификация теоретических моделей. Проблема темной энергии. Темная материя и проблема линзирования. Нелинейные и неминимальные обобщения теории тяготения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Энергетические (сильное, слабое, светоподобное) условия. Основные фазы эволюции вселенной.

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. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.	3	1	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
2.	Тема 2. Математические основы космологии.	3	2	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Физические основы космологии.	3	3	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
4.	Тема 4. Крупномасштабная структуре Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.	3	4	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
5.	Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.	3	5	подготовка к реферату	8	реферат
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом. Использование мультимедийных средств и Интернета.

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

Тема 1. Основы релятивистской кинетики и термодинамики. Введение в астрофизику: звезды, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры и кротовые норы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тензор энергии-импульса. Ковариантные законы сохранения. Уравнения состояния. Геометрия Шварцшильда. Внутреннее и внешнее сферически симметричные решения. Релятивистские модели строения звезд. Уравнение гидростатического равновесия Оппенгеймера-Волкова. Коллапс звезд, Горизонт событий. Черные дыры Шварцшильда, Рейсснера-Нордстрема, Керра-Ньюмана. Энергетические условия. Кротовые норы.

Тема 2. Математические основы космологии.

домашнее задание , примерные вопросы:

Геометрия однородной и изотропной Вселенной. Метрика Робертсона-Уокера. Модели закрытой, пространственно-плоской и открытой Вселенной. Метрика де-Ситтера.

Тема 3. Физические основы космологии.

контрольная работа , примерные вопросы:

Уравнение Фридмана. Параметр Хаббла. Красное смещение. Материально- и радиационно-доминированные сценарии эволюции Вселенной. Горячая модель Вселенной (сценарий Большого Взрыва). Реликтовое излучение. Нуклеосинтез.

Тема 4. Крупномасштабная структура Вселенной. Теории образования галактик и их скоплений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Джинсовская неустойчивость в ньютоновской теории тяготения. Космологические возмущения в ОТО. Уравнения линеаризованной теории. Скалярные, векторные и тензорные моды возмущений. Формирование крупно-масштабной структуры Вселенной.

Тема 5. Ключевые проблемы современной космологии.

реферат , примерные темы:

Инфляция. Современное ускоренное расширение Вселенной. Проблема темной энергии и темной материи.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

- 1.♦♦ Релятивистское кинетическое уравнение, баланс энергии, импульса и энтропии.
- 2.♦♦ Реликтовое излучение.

Билет 2.

- 1.♦♦ Релятивистская гидродинамика и теория плазмы.
- 2.♦♦ Основные периоды эволюции Вселенной.

Билет 3.

- 1.♦♦ Локальное термодинамическое и химическое равновесие.

2.♦♦ Нуклеосинтез в горячей модели Вселенной.

Билет 4.

1.♦♦ Классификация уравнений состояния.

2.♦♦ Крупномасштабная структура Вселенной.

Билет 5.

1.♦♦ Равновесие, устойчивость и эволюция звездных структур.

2.♦♦ Ускоренное расширение Вселенной на современном этапе: наблюдательные данные и классификация теоретических моделей.

Билет 6.

1.♦♦ Звезды в состоянии конвективного равновесия, политропы, белые карлики.

2.♦♦ Теория Джинса и Боннора.

Билет 7.

1.♦♦ Нейтронные звезды.

2.♦♦ Проблема темной энергии.

Билет 8.

1.♦♦ Космологический принцип. Ньютона-Канторова космология.

2.♦♦ Темная материя и проблема линзирования.

Билет 9.

1.♦♦ Изотропные космологические модели Фридмана-Леметра-Робертсона-Уолкера.

2.♦♦ Нелинейные и неминимальные обобщения теории тяготения.

Билет 10.

1.♦♦ Стационарные космологические модели. Модель де Ситтера.

2.♦♦ Инфляционная стадия расширения Вселенной.

Билет 11.

1.♦♦ Анизотропные космологические модели. Модель Казнера.

2.♦♦ Теория Лифшица.

Билет 12.

1.♦♦ Анизотропная космологическая модель с магнитным полем.

2.♦♦ Эволюция первичных возмущений скалярного, векторного и тензорного типов.

7.1. Основная литература:

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

<http://e.lanbook.com/view/book/5279/>

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

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

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2154

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

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114

7.2. Дополнительная литература:

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

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2168

Теория относительности, гравитация и геометрия = Relativity, gravity and geometry : Международная конференция "Petrov 2010 Anniversary Symposium on General Relativity and Gravitation", 1-6 ноября 2010, Казань : труды / [сост.: А.В. Аминова, С.В. Сушкин].? Казань : Казанский университет, 2010 .? 274 с.: ил.

7.3. Интернет-ресурсы:

Архив электронных публикаций научных статей - www.arxiv.org

Библиотека EqWorld МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

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

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/allbooks.php>

Электронно-библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика высоких энергий и космология" 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 оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Теоретическая и математическая физика .

Автор(ы):

Сушков С.В. _____
"___" 201 ___ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____
"___" 201 ___ г.