

АННОТАЦИЯ

межфакультетского курса лекций по АСТРОФИЗИКЕ (36 ч)

Основная цель курса – с позиций современной физики дать целостное представление о происхождении и эволюции космических объектов (звезд, галактик) и Вселенной как целого, которые разработаны на основе астрофизических наблюдений (наземных и внеатмосферных) во всем диапазоне электромагнитного спектра. Особое внимание будет уделяться основополагающим физическим принципам и идеям, используемым в современной астрофизике и космологии. Курс рассчитан на широкую аудиторию неспециалистов, и требует знания основ физики и математики в объёме школьной программы.

Содержание курса по Лекциям.

1. **Введение.** Краткая история астрономии и современной астрофизики. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения Ньютона. Специальная и Общая теория относительности А. Эйнштейна. Квантовая физика.
2. **Космография.** Временные и пространственные масштабы и основные физические параметры астрофизических объектов (планеты Солнечной системы и их спутники, малые тела Солнечной системы (астероиды) и кометы, экзопланеты, звезды и звездные скопления, наша галактика и галактики, скопления галактик и Вселенная).
3. **Основы взаимодействия света и вещества.** Излучение, поглощение и распространение света в различных средах. Длина свободного пробега фотона и понятие оптической толщи. Излучение от прозрачных и непрозрачных источников. Примеры: фотосферы Солнца и звезд,
4. **Методы астрономических наблюдений.** Пропускание света разных длин волн земной атмосферой. Телескопы. Особенности астрономических наблюдений в различных диапазонах электромагнитного спектра (радио, оптика, рентген, гамма). Атмосферная турбулентность и её влияние на наблюдения в видимом диапазоне. Способы увеличения угловой разрешающей способности современных телескопов. Активная и адаптивная оптика.
5. **Физика разреженной межзвездной среды.** Основные параметры межзвездной среды и основные наблюдательные проявления. Нейтральный и ионизованный водород. Радиолиния атомарного водорода 21 см. Зоны НII вокруг горячих звезд. Молекулярные облака.
6. **Магнитные поля и космические лучи.** Магнитные поля в космосе и их проявления. Вмороженность магнитного поля в космическую среду. Состав и спектр космических лучей. Распространение космических лучей в Галактике. Ускорение заряженных частиц астрофизическими источниками. Проблема космических лучей сверхвысоких энергий.
7. **Звёзды.** Гравитационная (Джинсовская) неустойчивость в межзвездном газе. Стадии формирования протозвезд. Звезды главной последовательности. Наблюдаемые характеристики звезд (массы, радиусы, цвета и эффективные температуры). Спектральная классификация звезд.
8. **Источники звёздной энергии.** Термоядерное горение водорода в недрах звёзд. Солнце. Фотосфера, хромосфера, корона, солнечный ветер. Хромосферная активность Солнца и солнечные вспышки. Внутренне строение Солнца. Понятие о гелиосейсмологии. Проблема солнечных нейтрино и её решение.
9. **Эволюция звезд после главной последовательности.** Горение слоевых источнков.

- Красные гиганты. Понятие о вырождении вещества. Конечные стадии эволюции звёзд. Планетарные туманности. Белые карлики. Зависимость масса-радиус. Предельная масса белых карликов (предел Чандрасекара)
10. **Эволюция массивных звезд и вспышки сверхновых.** Термоядерная эволюция в ядре звезды. Образование железного ядра. Физические причины неустойчивости железных ядер. Гравитационный коллапс ядра. Образование нейтронных звезд. Вспышки сверхновых II типа. Захват нейтронов ядрами. Образование химических элементов за железным пиком.
 11. **Компактные остатки звездной эволюции.** Физические особенности и наблюдательные проявления остатков звездной эволюции (белых карликов, нейтронных звёзд и черных дыр). Радиопульсары. Аккреция вещества на компактные звезды. Рентгеновские источники в тесных двойных системах. Белые карлики в двойных системах. Новые звезды. Термоядерные сверхновые типа Ia и их роль в современной космологии.
 12. **Звездные системы и галактики.** Звездные скопления. Строение Галактики (Млечного Пути). Спиральные и эллиптические галактики. Ядра галактик и квазары. Источники активности ядер галактик. Сверхмассивные черные дыры в ядрах галактик. Скрытая масса (темная материя) в галактиках и скоплениях галактик.
 13. **Основы современной космологии.** Определение расстояний до галактик. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Масштабный фактор Вселенной и физический смысл космологического расширения. Однородные и изотропные космологические модели (модели Фридмана-Робертсона-Уокера). Ускоренное расширение Вселенной и проблема тёмной энергии.
 14. **Горячая Вселенная.** Реликтовое излучение и модель горячей Вселенной (Большой Взрыв). Эпоха рекомбинации водорода. Современные эксперименты по измерению свойств и анизотропии реликтового фона. Ранняя Вселенная. Эпоха первичного нуклеосинтеза. Понятие об инфляционной стадии расширения Вселенной. Мультивселенная.
 15. **Нерешенные проблемы современной астрофизики.** Новые методы изучения астрофизических объектов. Нейтринные телескопы и детекторы. Гравитационные волны от астрофизических источников и методы их детектирования.

Пример контрольных вопросов к зачёту.

- 1: Астрофизические источники нетеплового излучения
- 2: Каковы самые многочисленные известные элементарные частицы?
- 3: Каких атомов больше всего в природе?
- 4: Что дает наибольший вклад в полную массу галактик?
- 5: Каков наблюдаемый диапазон масс звезд в нашей галактике (в массах Солнца)?
- 6: Какова плотность в центре Солнца?
- 7: Какова температура в центре Солнца?
- 8: Чему равна эффективная температура видимой фотосферы Солнца?
- 9: Какие частицы свободно выходят из центра Солнца?

- 10: Чему равно время выхода нейтрино из центра Солнца?
- 11: Чему равно время термоядерного горения водорода в центре звезды с массой Солнца?
- 12: Как зависит время жизни звезды на главной последовательности от ее массы?
- 13: Какая термоядерная реакция происходит в центре звезды после главной последовательности?
- 14: Чем заканчивается эволюция звезды типа Солнца?
- 15: Астрономические источники, в спектрах которых преобладает нетепловой компонент
- 16: Чем ограничена угловая разрешающая способность крупных наземных оптических телескопов?
- 17: Каков пространственный масштаб, начиная с которого Вселенная в среднем однородна?
- 18: Почему нет парадокса Ольберса?
- 19: Чему равна масса видимого вещества нашей Галактики?
- 20: Чему равно расстояние от Солнца до центра Галактики?
- 21: Каково время расширения Вселенной?
- 22: Основные видимые составляющие Галактики (по массе)
- 23:
Самые массивные гравитационно-связанные объекты в галактиках
- 24:
Чем определяется динамика вращения нашей Галактики на больших расстояниях от центра?
- 25: Какова правильная последовательность стадий эволюции Вселенной?
- 26: Что дает основной вклад в современную плотность энергии Вселенной?
- 27: Из каких наблюдений следует, что Вселенная сейчас расширяется с ускорением?
- 28: Какие элементы образуются в эпоху первичного нуклеосинтеза?
- 29: Почему термоядерное горение водорода в центре Солнца не носит характер взрыва?
- 30: Чем определяется время сжатия газовых облаков из-за гравитационной неустойчивости?
- 31: В каких областях межзвездной среды начинается образование звезд?
- 32: До какого красного смещения можно наблюдать радиоизлучение нейтрального водорода (21 см)?

- 33: Почему не виден центр Галактики не виден в видимом свете?
- 34: В каком состоянии межзвездный водород обнаруживается по излучению в радиолнии 21 см?
- 35: Как наиболее быстро можно было бы обнаружить резкое изменение темпа ядерных реакций в центре Солнца?
- 36:
Чем закончится эволюция Солнца:
- 37:
В какой форме уносится основная энергия, освобождаясь при вспышке коллапсирующей сверхновой (II типа)?
- 38: Чем переносится основная тепловая энергия, генерируемая в ядре Солнца?
- 39: Чем в основном обусловлена ионизация межзвездного газа в Галактике?
- 40:
Какие космические объекты имеют наиболее сильное магнитное поле?
- 41: Какая форма энергии является источником релятивистских частиц в пульсаре?
- 42: Какие астрофизические объекты имеют сильные магнитные поля?
- 43: Какие самые холодные области в Галактике?
- 44: Характерные температуры различных астрофизических объектов
- 45: Эволюционная последовательность для одиночных звезд различных начальных масс.
- 46: В каких космических объектах источником излучения является энергия вращения объекта?
- 47: В каких космических явлениях источником излучения является энергия магнитного поля?
- 48: Из-за чего происходит вспышка сверхновой II типа?
- 49: С чем связано происхождение термоядерных сверхновых?
- 50: Какие космические объекты могут иметь массы выше 1000 масс Солнца?