

Название курса на английском языке

Nuclear Physics and the Man

Ответственный за курс – доцент М.Е. Степанов

Аннотация к курсу

Ядерная физика и Человек

Цикл лекций представляет собой введение в современную ядерную физику, охватывающее как фундаментальные научные, так и технические прикладные вопросы. Ядерная физика, благодаря, в том числе, атомной энергетике и ядерной медицине, прочно вошла в повседневную жизнь современного человека. Данный курс является попыткой проследить развитие науки от базовых идей к практическим приложениям, а также показать к каким опасностям, реальным и мнимым, ведет научно-технический прогресс.

Курс лекций рассчитан на студентов нефизических специальностей, желающих понять мир, в котором мы живем.

Программа межфакультетского курса

«Ядерная физика и Человек»

(весенний семестр 2015/2016 уч.гг., 26 часов, зачет).

Лекторы: проф. Б.С. Ишханов, доц. М.Е. Степанов, с.н.с. Т.Ю. Третьякова

1. Структура материи

Структура материи. Характеристики Вселенной. Химические элементы. Рентгеновские лучи. Электрон. Модель атома Томсона. Радиоактивность. Модель атома Бора. Открытие нейтрона. Атомное ядро. Основные силы природы.

2. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия

Квантовая физика. Теория относительности. Зачем нужны ускорители? Нейтрино. Позитрон. Античастицы. Фундаментальные частицы Стандартной Модели. Квантовая теория поля. Диаграммы Фейнмана. Фундаментальные взаимодействия. Структура протона. Кварки - Адроны - Ядра. Атомы - Молекулы.

3. Атомные ядра. Радиоактивность

Энергия связи и размер ядра. Магические числа. Модель оболочек. Возбуждения атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма- радиоактивность. Кластерная радиоактивность.

4. Деление ядер

Механизм деления ядер. Почему делятся тяжелые ядра. Радиоактивность продуктов деления. Цепная ядерная реакция. Ядерные реакторы. Естественный реактор в Окло.

5. Ядерные реакции. Техника эксперимента

Законы сохранения в ядерных реакциях. Механизмы ядерных реакций. Взаимодействие релятивистских ядер. Источники и методы регистрации ядерных частиц. Ускорители

6. Нуклеосинтез

Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Образование звезд. Почему светит Солнце? Сверхновые. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры. Радиоактивные изотопы и эволюция Вселенной.

7. Ядерные реакторы на тепловых нейтронах

Цепная реакция деления. Ядерный реактор на тепловых нейтронах. Схема работы АЭС. Сырье для ядерного топливного цикла. Обогащение урана. Ядерное топливо. Доля атомной энергетики в мировой энергетике. Энергетическая рентабельность ядерных реакторов.

8. Реакторы на быстрых нейтронах

Мировые запасы урана. Структура стоимости урана и его потребление. Образование делящихся продуктов из урана и тория. Воспроизводство топлива. Замкнутый ядерный топливный цикл. Первый реактор на быстрых нейтронах. Современные проекты.

9. Термоядерный синтез

Энергия связи ядра. Горение водорода в звездах. PP и CNO-циклы. Ядерные реакции синтеза в звёздах. Термоядерные реакции для управляемого термоядерного синтеза. Скорость термоядерных реакций. Критерий Лоусона. Токамак. Проект ITER.

10. Радиация

Взаимодействие излучения с веществом. Биологическое воздействие. Основной закон радиоактивного распада. Воздействие на человека. Риски. Естественный фон. Радионуклиды в окружающей среде. Космические лучи. Радон. Внутреннее облучение.

11. Ядерная медицина

Радиоизотопная диагностика. Меченые атомы. Цифровая рентгенология. Компьютерная томография. Позитронно-эмиссионная томография. Магнитно-резонансная томография. Ядерно-магнитный резонанс. Лучевая терапия. Радиофармпрепараты

12. Радиационные технологии

Ядерная хронология. Радиоуглеродный метод. Области применения радиационных технологий. Досмотровые системы. Активационный анализ. Фильтры. Какая практическая польза от больших проектов фундаментальной науки?

13. Человек и мир атомных ядер

Дорога познания. Путь в неизведанное. Человек освоил Землю. Объединение взаимодействий. За рамками Стандартной Модели. Темная материя. Темная энергия. Множественность Вселенных. Космическая шкала времени. Антропный принцип.

1. Каковы размеры атомов и атомных ядер?
2. В чем природа атомных спектральных линий?
3. Как устроен атом водорода?
4. Что такое энергия ионизации атома?
5. Что такое возбужденное состояние атома?
6. В чем заключается принцип запрета Паули?
7. Принцип неопределенности Гейзенберга
8. Как связаны время жизни частицы и ширина распада?
9. Что такое нейтрино?
10. Нарисуйте диаграмму распада нейтрона.
11. Возможен ли бетараспад свободного протона? Почему?
12. Почему возможен распад протона в ядре?
13. Что такое энергия связи ядра?
14. Как зависит удельная энергия связи ядра от атомного номера Z ?
15. Почему при делении тяжелых ядер выделяется энергия?
16. Чему равен характерный радиус действия ядерных сил?
17. Какие размеры имеют протон и электрон?
18. Напишите закон радиоактивного распада
19. Что такое α -распад?
20. Что такое β -распад?
21. Почему существуют радиоактивные ядра?
22. Чему равно время жизни свободного протона? Свободного нейтрона?
23. Какие частицы входят в состав атомного ядра?
24. Почему в атомном ядре нет электронов?
25. Что такое изотопы? Приведите пример.
26. Что такое возбужденное состояние атомных ядер?
27. Как рождаются звезды?
28. Почему светит Солнце?
29. Почему взрываются сверхновые звезды?
30. Что такое цепная реакция?
31. Опишите принцип работы атомного реактора.