

Аннотация к курсу

Тайны атомного ядра

Название курса на английском языке

The Secrets of the Atomic Nucleus

Ответственный за курс – доцент М.Е. Степанов

Цикл лекций представляет собой обзор фундаментальных вопросов современной физики атомного ядра. На основе новейших достижений собственно ядерной физики, физики элементарных частиц и астрофизики даются современные представления о свойствах атомных ядер, об их происхождении, превращениях и взаимодействии друг с другом. Рассмотрены перспективные направления дальнейших исследований физики атомных ядер.

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

Программа межфакультетского курса «Тайны атомного ядра»

(весенний семестр 2016/2017 уч.гг., 26 часов, зачет).

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

1. Природа материи

Эволюция идей в физике. Время. Пространство. Масса. Масштабы окружающего мира. Две силы Природы: гравитация и электромагнетизм. Изменение представлений о пространстве и времени. Теория относительности.

2. Свойства атомных ядер

Из чего состоят атомные ядра? Масса и энергия связи ядра. Магические числа. Спин и другие квантовые характеристики ядер. Размер и форма атомных ядер. Несжимаемость ядерной материи. Возбужденные состояния атомных ядер и их характеристики.

3. Модели атомных ядер

Модель жидкой капли. Формула Вайцзеккера. Модель ядерных оболочек. Коллективные возбуждения в ядрах. Спаривание нуклонов в ядре. Сверхтекучесть ядерного вещества.

4. Радиоактивность

Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма- радиоактивность. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра. Кластерная радиоактивность. Запоздывающие распады. Протонная радиоактивность. Двойной бета-распад.

5. Ядерные реакции

Законы сохранения в ядерных реакциях. Реакции, идущие через составное ядро. Резонансные реакции. Прямые ядерные реакции. Фотоядерные реакции. Взаимодействие релятивистских ядер. Реакции деления и синтеза

6. Деление ядер

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

7. Происхождение ядер - первичный нуклеосинтез

Распространенность элементов. Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Образование легчайших ядер.

8. Звездный нуклеосинтез

Образование звезд. Почему светит Солнце? Красные гиганты. Реакции под действием нейтронов. s-процесс. r-процесс. Сверхновые. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры. Нуклеосинтез в современную эпоху.

9. Ядерный континент

Синтез сверхтяжелых элементов. Где кончается периодическая система Менделеева? Ядерная материя. Нейтронно- и протонно-избыточные ядра. Гало-ядра.

10. Элементарные частицы. Адронный зоопарк

Космические лучи. Рождение и уничтожение частиц. Открытие позитрона. Античастицы. Антиматерия во Вселенной. Антимир. Мезоны и барионы. Гипероны. Странные ядра.

11. Лептоны и кварки

Элементарные частицы не элементарны. Кварки и лептоны - три поколения фундаментальных частиц. Открытие фундаментальных частиц. Стандартная Модель. Фундаментальные взаимодействия и калибровочные бозоны.

12. Радиация

Взаимодействие излучения с веществом. Биологическое воздействие. Основной закон радиоактивного распада. Воздействие на человека. Риски. Естественный фон. Внутреннее облучение. Ядерная медицина.

13. Симметрии Природы

Объединение взаимодействий. За рамками Стандартной Модели. Темная материя. Темная энергия. Множественность Вселенных. Космическая шкала времени. Антропный принцип.

Вопросы к зачету:

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. В чем заключается принцип неопределенности Гейзенберга?
8. Как связаны время жизни частицы и ширина распада?
9. Что такое нейтрино?
10. Нарисуйте диаграмму распада нейтрона.
11. Возможен ли бета-распад 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. Что такое изотопы? Приведите пример.
25. Почему в реакциях синтеза легких ядер выделяется энергия?
26. Что такое возбужденное состояние атомных ядер?
27. Как рождаются звезды?
28. Почему светит Солнце?
29. Почему взрываются сверхновые звезды?
30. Что такое CNO–цикл?
31. Что такое цепная реакция?
32. Каковы конечные этапы эволюции звезд?
33. Что такое белый карлик?
34. Что представляет собой нейтронная звезда?
35. Что такое реликтовое излучение?
36. Как образуются элементы тяжелее железа?