

Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

Кафедра общей ядерной физики.

Межфакультетский курс

Микромир и Вселенная

Курс читают: проф. Б.С. Ишханов, с.н.с. Т.Ю. Третьякова

Название курса на английском языке: **The Subatomic Particles and the Universe**

Ответственный за курс – с.н.с Третьякова Т.Ю.

Аннотация к курсу

Микромир и Вселенная

Цикл лекций представляет собой обзор фундаментальных вопросов современной физики от хорошо известных разделов классической физики до последних достижений в области физики атомного ядра, физики элементарных частиц и астрофизики. В лекциях рассмотрена эволюция основных идей физики, радикально изменивших наши представления, как о природе материи, так и о Вселенной в целом.

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

Программа межфакультетского курса «Микромир и Вселенная»

(осенний семестр 2017/2018 уч.гг., 30 часов, зачет).

Лекторы: проф. Б.С. Ишханов, с.н.с. Т.Ю. Третьякова

1. Физика – наука о природе 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. Структура материи

Элементарные частицы материи. Атом Демокрита. Химические элементы. Спектр атома. Квантовая физика. Атомные ядра. Протон и нейтрон – что удерживает их вместе? Радиоактивность. Взаимные превращения ядер.

3. Начало квантовой физики

Спектр абсолютно черного тела. Корпускулярные свойства света. Электрон - частица или волна? Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

4. Рождение частиц. Антимир

Детерминизм и вероятность. Тождественность частиц. Статистика, бозоны и фермионы. Принцип Паули. Рождение и уничтожение частиц. Открытие позитрона. Антимир.

5. Элементарные частицы

Элементарные частицы. Мезоны и барионы. Гипероны.

6. Стандартная модель.

Фундаментальные частицы и взаимодействия. Лептоны и кварки. Большой адронный коллайдер. Открытие бозона Хиггса. Ароматы. Цвет. Структура протона и нейтрона.

7. Атомное ядро

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.

8. Радиоактивность

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

9. Деление ядер

Механизм деления ядер. Почему делятся тяжелые ядра. Радиоактивность продуктов деления. Цепная ядерная реакция. Атомная энергетика.

10. Происхождение ядер – легкие элементы

Эволюция и состав Вселенной. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Образование легчайших ядер. Образование звезд. Почему светит Солнце? Горение водорода. CNO-цикл. Горение гелия. Красные гиганты. Образование ядер в районе железа.

11. Происхождение ядер – тяжелые элементы

Реакции под действием нейтронов. s-процесс. r-процесс. Сверхновые. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры. Распространенность изотопов. Радиоактивные изотопы и эволюция Вселенной. Нуклеосинтез в современную эпоху.

12. Антиматерия

Открытие позитрона. Антипротон. Антинейтрон. Античастицы. Антиядра $A \geq 2$. Антиводород. Антиматерия во Вселенной. Практическое использование антиматерии.

13. Ядерный континент

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

14. 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. Принцип неопределенности Гейзенберга
8. Как связаны время жизни частицы и ширина распада?
9. Назовите четыре вида фундаментальных взаимодействий.
10. Назовите три группы фундаментальных частиц Стандартной Модели.
11. Что такое нейтрино?
12. Перечислите типы кварков.
13. Какой кварковый состав у мезонов и у барионов?
14. Какие характеристики совпадают у частиц и античастиц и какие различаются?
15. Что такое коллайдер?
16. Нарисуйте кварковую диаграмму распада нейтрона.
17. Возможен ли бета-распад свободного протона? Почему?
18. Почему возможен распад протона в ядре?
19. Что такое энергия связи ядра?
20. Как зависит удельная энергия связи ядра от атомного номера Z ?
21. Почему при делении тяжелых ядер выделяется энергия?
22. Чему равен характерный радиус действия ядерных сил?
23. Какие размеры имеют протон и электрон?
24. Напишите закон радиоактивного распада
25. Что такое α -распад?
26. Что такое β -распад?
27. Почему существуют радиоактивные ядра?
28. Чему равно время жизни свободного протона? Свободного нейтрона?
29. Какие частицы входят в состав атомного ядра?
30. Почему в атомном ядре нет электронов?
31. Что такое изотопы? Приведите пример.
32. Что такое возбужденное состояние атомных ядер?
33. Опишите происхождение космического излучения.
34. Как рождаются звезды?
35. Почему светит Солнце?
36. Почему взрываются сверхновые звезды?
37. Что такое цепная реакция?