

Министерство образования Республики Беларусь
Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь
по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

А.И. Жук

Регистрационный № Г.Д. _____ /тип.

1-31 04 03 - С. 242 /м.о.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Типовая учебная программа для высших учебных заведений
по специальностям 1-31 04 02 Радиофизика;
1-31 04 03 Физическая электроника

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМО вузов Республики
Беларусь по естественнонаучному
образованию

В.В. Самохвал

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования Респуб-
лики Беларусь

Ю.И. Миксюк

Ректор Государственного учреждения
образования «Республиканский ин-
ститут высшей школы»

М.И. Демчук

Эксперт-нормоконтролер

С.М. Артемьева

СОСТАВИТЕЛИ:

В.И.Попечиц, профессор кафедры физики Белорусского государственного университета, доктор физико – математических наук, *доцент*

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физики Белорусского национального технического университета;

М.А. Вилькоцкий, профессор кафедры информатики и основ электроники Учреждения образования "Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка", доктор технических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой физики Белорусского государственного университета
(протокол № 12 от 29.05.2008г.);

Научно – методически советом Белорусского государственного университета
(протокол № 2 от 20.03.2009г.);

Научно – методическим советом по физике учебно – методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию
(протокол № 5 от 2.04.2009г.);

Ответственный за выпуск: В.И.Попечиц

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа "Атомная и ядерная физика" разработана для студентов специальностей 1-31 04 02 Радиофизика и 1-31 04 03 Физическая электроника в соответствии с требованиями Образовательных стандартов ОСРБ 1-31 04 02-2007, ОСРБ 1-31 04 03-2007 и типовых учебных планов специальностей 1-31 04 02 Радиофизика, 1-31 04 03 Физическая электроника.

Дисциплина "Атомная и ядерная физика" представляет собой заключительный раздел курса общей физики и является фундаментом многих общих и специальных курсов, таких как "Квантовая механика", "Квантовая радиофизика и оптоэлектроника", "Физика полупроводников и полупроводниковых приборов", "Статистическая радиофизика".

Цель дисциплины "Атомная и ядерная физика" – ознакомить студентов с основными квантовыми представлениями, описывающими явления микромира.

Задача курса – полученные сведения по атомной и ядерной физике должны помочь студентам ориентироваться в области современной науки и технологий.

В результате изучения дисциплины "Атомная и ядерная физика" обучаемый должен **знать** основные законы и методы квантовой физики и **уметь** применять их для описания атомных, ядерных и других микрообъектов, а также астрофизических процессов. Полученные сведения должны помочь студентам ориентироваться в области современных технологий.

Для успешного изучения дисциплины необходимо усвоение соответствующих разделов высшей математики, а также предшествующих разделов курса общей физики.

В соответствии с типовым учебным планом всего на изучение дисциплины отведено 168 часов, из них 84 аудиторных часа, в том числе лекционных – 50, практических – 34.

Примерный тематический план

№ темы	Наименование темы	Лекции (часов)	Практические занятия (часов)	Всего (часов)
1.	Введение. Развитие атомистических представлений	2	2	4
2.	Атом Бора-Зоммерфельда	4	4	8
3.	Волны-частицы	4	4	8
4.	Физические принципы и простейшие задачи квантовой механики	6	4	10

5.	Атом водорода в квантовой механике	6	4	10
6.	Многочастичные атомы	4	2	6
7.	Излучение атомных систем	2	2	4
8.	Атомы во внешних полях	4	4	8
9.	Строение и свойства молекул	2	0	2
10.	Общие свойства атомных ядер	2	2	4
11.	Радиоактивность	2	2	4
12.	Деление и синтез ядер	4	2	6
13.	Элементарные частицы	4	2	6
14.	Элементы астрофизики	4	0	4
ИТОГО:		50	34	84

Содержание учебного материала

1. **Введение. Развитие атомистических представлений.** Основные этапы развития атомной и ядерной физики. Связь атомной и ядерной физики с другими дисциплинами. Масштабы расстояний, времен и энергий для атомно-молекулярных и ядерных явлений. Специфика законов микромира. Явления, подтверждающие сложность строения атома. Элементарный электрический заряд и открытие электрона. Атомизм вещества и электричества. Периодические свойства атомов. Закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Ядерная модель атома. Заряд и масса ядра и их экспериментальное определение.

2. **Атом Бора-Зоммерфельда.** Несостоятельность классической физики для объяснения свойств атомов. Дискретность процессов испускания и поглощения излучения. Постулаты Бора. Модель атома Бора. Принцип соответствия. Опыты Франка и Герца. Квантование эллиптических орбит. Магнитные свойства атомов. Пространственное квантование. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Кризис теории Бора-Зоммерфельда.

3. **Волны-частицы.** Развитие взглядов на природу света. Квантовая гипотеза Планка. Квантовые закономерности фотоэффекта и тормозного рентгеновского излучения. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотезы де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы де Бройля. Дифракция электронов, атомов и молекул, нейтронов. Физическая сущность корпускулярно-волнового дуализма. Статистический смысл волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности.

4. **Физические принципы и простейшие задачи квантовой механики.** Характеристика квантового состояния волновой функцией. Вероятностная интерпретация волновой функции. Принцип суперпозиции. Операторы физи-

ческих величин. Нестационарное и стационарное уравнение Шредингера. Квантование энергии. Стандартные условия, накладываемые на волновую функцию. Условие нормировки. Средние значения физических величин. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Законы сохранения в квантовой механике. Частица в одномерной потенциальной яме. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект и его проявления. Линейный гармонический осциллятор.

5. *Атом водорода в квантовой механике.* Уравнение Шредингера для атома водорода. Разделение переменных. Условие нормировки. Уровни энергии, волновые функции и распределение плотности вероятности. Момент импульса электрона и его проекции. Классификация состояний и спектр атома водорода. Правила отбора. Вырождение. Сложение моментов импульса в квантовой механике. Спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура спектральных линий.

6. *Многоэлектронные атомы.* Метод самосогласованного поля. Принцип Паули. Частицы с полуполым и целым спинами. Приближенная характеристика отдельных электронов квантовыми числами n и l . Электронная конфигурация атома. Типы связей электронов в атоме. Классификация состояний. Основное состояние многоэлектронного атома. Правила Хунда. Заполнение электронных оболочек атома. Уровни энергии и спектр атома гелия. Уровни энергии и спектры щелочных металлов. Общая характеристика оптических спектров многоэлектронных атомов. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Оже-эффект. Ионы.

7. *Излучение атомных систем.* Спонтанные и вынужденные излучательные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Равновесное излучение. Формула Планка. Интенсивности спектральных линий. Правила отбора и их связь с законами сохранения момента импульса и четности. Времена жизни возбужденных состояний. Естественная ширина уровня энергии и спектральной линии. Уширение линий из-за эффекта Доплера и столкновений атомов. Принципы лазерной спектроскопии.

8. *Атомы во внешних полях.* Магнитный момент атома. Гиромангнитное отношение. Магнетон Бора. Фактор Ланде. Атом в магнитном поле. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Атом в Электрическом поле. Поляризуемость атомов и молекул. Эффект Штарка.

9. *Строение и свойства молекул.* Типы связей атомов в молекулах. Энергия молекулы и ее зависимость от спинов электронов. Электронные оболочки и химическая связь в молекулах. Направленная валентность. Колебательное и вращательное движение молекул. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул. Комбинационное рассеяние света.

10. *Общие свойства атомных ядер.* Сверхтонкая структура спектральных линий. Состав и характеристики атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Ядерные силы. Модели ядер. Ядерные реакции.

11. *Радиоактивность.* Общие закономерности радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Спектр бета-частиц. Проблема массы нейтрино.

Е-захват. Гамма-излучение ядер. Внутренняя конверсия. Спонтанное деление ядер. Протонная активность. Радиоактивные семейства. Трансурановые элементы.

12. Деление и синтез ядер. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция. Синтез легких ядер. Термоядерный и инерционный синтез. Мезонный катализ. Проблемы ядерной энергетики.

13. Элементарные частицы. Методы регистрации элементарных частиц. Виды взаимодействий и классы элементарных частиц. Античастицы. Законы сохранения электрического, лептонного барионного зарядов. Странные частицы. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Изотопический спин. Кварковая модель адронов. Проблема построения единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий.

14. Элементы астрофизики. Галактика и метагалактика. Расширяющаяся вселенная. Большой взрыв. Эволюция звезд. Красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Эволюция вселенной.

Рекомендуемые формы контроля знаний

Тесты: Тестирование в процессе прохождения дисциплины

Рекомендуемая литература

Основная

1. *Шпольский Э.В.* Атомная физика, т.т. 1; 2 / Э.В. Шпольский. М.: Наука, 1984. 520 и 438с.
2. *Гольдин Л.Л.* Введение в квантовую физику / Л.Л. Гольдин, Г.И. Новикова. М.: Наука, 1988. 327 с.
3. *Иродов И.Е.* Квантовая физика. Основные законы / И.Е. Иродов. М.-С.П.: Физматлит, 2001, 271 с.
4. *Савельев И.В.* Курс общей физики, т.3 / И.В. Савельев. М.: Наука, 1982. 304 с.
5. *Широков Ю.М.* Ядерная физика / Ю.М. Широков, Н.П. Юдин. М.: Наука, 1980. 727 с.

Дополнительная

1. *Борн М.* Атомная физика / М. Борн. М.: Мир, 1970. 484 с.
2. *Фейнман Р.* Фейнмановские лекции по физике, вып. 3, 4 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. М.: Мир, 1976. 496 с.
3. *Матвеев А.Н.* Атомная физика / А.Н. Матвеев. М.: Высшая школа, 1989. 439 с.
4. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики, т.5, Часть 1. Атомная физика / Д.В. Сивухин. М.: Наука, 1986. 416 с.

5. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики, т.5, Часть 2. Ядерная физика / Д.В. Сивухин. М.: Наука, 1989. 415 с.

6. *Барсуков, О.А.* Основы атомной физики / О.А. Барсуков, М.А. Ельяшевич. М.: Научный мир. 2006. 647 с.