

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ
Директор
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
О. И. Родькин
«21» мая 2024
Регистрационный № УД-1538-24 /уч.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

**Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:**

6-05-0611-01 Информационные системы и технологии

Профилизации:

Информационные системы и технологии в экологии
Информационные системы и технологии в здравоохранении

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0611-01-2023 от 10.08.2023 и учебных планов учреждения высшего образования для специальности 6-05-0611-01 Информационные системы и технологии № 159-23/уч от 07.04.2023 и № 160-23/уч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

А. А. Луцевич, доцент кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физико-математических дисциплин Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники;

В. А. Иванюкович, доцент кафедры информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9.1 от 27.04. 2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 21.05. 2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» модуля «Естественнонаучные дисциплины» включает информацию о важнейших физических фактах и понятиях, законах и принципах физики атома и атомного ядра. Изучение данной дисциплины является необходимым условием успешного овладения системой физических концепций, принципов, теорий, законов, которые являются ядром современной естественнонаучной картины мира, и обеспечивает необходимую базовую подготовку будущих специалистов к решению типовых профессиональных задач. Дисциплина «Атомная и ядерная физика» необходима для изучения специальных дисциплин (логика и методология науки, приборы и методы физико-химического контроля, материаловедение и технология конструкционных материалов, инженерные конструкции и природоохранные сооружения, основы метеорологии и климатологии, компьютерные технологии решения прикладных задач, аппаратные средства информационных технологий и др.)

Цель учебной дисциплины: овладение студентами системой теоретических знаний о важнейших научных фактах, понятиях, законах, теориях, принципах атомной и ядерной физики и умениями применять эти знания на практике.

Задачи учебной дисциплины:

- усвоение системы теоретических знаний по дисциплине и овладение умениями применять их для решения практических задач;
- формирование умений применять теоретические знания для анализа конкретных физических ситуаций на стыке атомной и ядерной физики;
- объяснение основных физических явлений и закономерностей микромира;
- формирование умений и навыков самостоятельной работы;
- диагностика, коррекция и контроль качества овладения предметными и ключевыми компетенциями;
- ознакомление с проблемами и перспективами использования новейших достижений атомной и ядерной физики в науке и технике.

Изложение программного материала должно осуществляться на соответствующем математическом уровне, базироваться на знаниях по циклу естественнонаучных дисциплин (физика, математика, химия, биология) полученных студентами как в учреждениях, обеспечивающих получение общего и специального среднего образования, так и на знаниях, полученных ими в МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ на момент изучения соответствующего материала, быть строго научным, но доступным для восприятия, основываться на результатах эксперимента и подтверждаться им.

Методика проведения всех видов учебных занятий (лекции, практические занятия по решению задач, лабораторные занятия, УСРС) должна быть подчинена основной задаче – подготовке специалистов к

профессиональной деятельности. Особое внимание следует уделять демонстрационному эксперименту в процессе чтения лекций. Последний должен служить для студентов образцом постановки физического эксперимента и методики его использования при объяснении нового материала. Лабораторный практикум следует организовать таким образом, чтобы студент ясно представлял суть исследуемых физических явлений и законов, понимал методику измерений, вычислений, оценок. В ходе выполнения лабораторного практикума необходимо решить задачу по приобретению студентами навыков самостоятельной работы как со стандартным заводским оборудованием, приборами, так и изготовленными для определенных конкретных целей механизмами, конструкциями.

Студент должен владеть следующими компетенциями:

СК-3. Быть способным использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов физики для решения профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины «Атомная и ядерная физика» студент должен:

знать:

- роль и место атомной и ядерной физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- методы поиска и анализа научной информации, философские и методологические основы и проблемы атомной и ядерной физики;
- достижения, проблемы и основные направления исследований в области физики атома и атомного ядра в мире и в Республике Беларусь;
- содержание, структуру и динамику развития атомной и ядерной физики;
- математический аппарат, экспериментальные и теоретические методы научного и учебного физического исследования по физике атома и атомного ядра;
- фундаментальную структуру материи, основные свойства ядер и продуктов ядерных реакций, законы сохранения в ядерных реакциях, основные виды ядерных реакций, явление радиоактивности;

уметь:

- проводить типовые измерения физических величин и обработку их результатов;
- применять законы физики к решению типовых физических задач;
- оценивать значения физических величин на основании упрощенных моделей;
- использовать современные информационные технологии и программные средства обучения;

владеть:

- методами обработки результатов экспериментальных исследований;

– современными научными знаниями в областях, связанных с реализацией профессиональной деятельности.

В соответствии с типовым учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов 108. Аудиторное количество часов 50, из них: лекции – 26 ч, практические занятия – 12 ч, лабораторные занятия – 12 ч.

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Форма промежуточной аттестации – зачет в IV семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

Предмет атомной и ядерной физики. Краткий исторический очерк развития физики атома и атомного ядра.

2. Классические модели атома

Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в спектрах атомов. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Спектральные серии излучения атомарного водорода. Спектры водородоподобных атомов. Трудности теории Бора.

3. Волновые свойства частиц

Элементы квантовой механики. Волновые свойства микрочастиц.

4. Квантовомеханическая модель атома

Квантовая интерпретация постулатов Бора. Гипотеза де Броиля. Опыты по дифракции электронов. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и ее физический смысл. Опыты Франка и Герца. Опыты Штерна и Герлаха.

5. Основы физики атомов и молекул

Атом водорода в квантовой механике. Квантование энергии, момента импульса и проекции момента импульса электрона в атоме. Спин и магнитный момент электрона. Квантовые числа. Принцип Паули. Многоэлектронные атомы. Периодическая система химических элементов Менделеева. Понятие о химической связи и валентности.

Излучение и поглощение энергии атомами. Оптические атомные спектры. Молекулярные спектры. Спонтанное и вынужденное излучение и поглощение света. Оптические квантовые генераторы. Виды и квантовый выход люминесценции. Правило Стокса. Правило Левшина. Хемилюминесценция. Понятие о фотобиологии и фотомедицине. Фотобиологические процессы. Биофизические основы зрительной рецепции. Применение оптических квантовых генераторов (лазеров) в медицине.

6. Физика атомного ядра

Состав ядра. Нуклоны. Заряд и масса ядра и их экспериментальное определение. Изотопы и изобары. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Одночастичные и коллективные модели атомного ядра.

7. Радиоактивность

Естественная и искусственная радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Гамма-излучение. Правила смещения. Экспериментальные методы ядерной физики. Дискретные и трековые детекторы элементарных частиц. Масс-спектрометры. Ускорители заряженных частиц. Взаимодействие радиоактивного излучения с веществом.

Биологическое действие ионизирующих излучений. Дозиметрия. Применение радиоактивных изотопов.

8. Ядерные реакции

Классификация, механизмы и энергетический выход ядерных реакций. Деление ядер. Элементарная теория деления. Цепная ядерная реакция. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.

Термоядерные реакции. Управляемый термоядерный синтез. Критерий Лоусона.

9. Элементарные частицы

Частицы и античастицы. Классификация и основные свойства элементарных частиц. Частицы - переносчики взаимодействий. Кварки.

Краткий очерк достижений и проблем современной физики атома и атомного ядра. Нанофизика. Нанотехнологии. Наноматериалы. Вклад белорусских ученых в развитие физики микромира.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная (дневная) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	2			метод. пособие	опрос
2	Классические модели атома	2	1	4	метод. пособие	самост. работа, опрос
3	Волновые свойства частиц	2	1		метод. пособие	контр. работа, опрос
4	Квантовомеханическая модель атома	4	2	4	метод. пособие	самост. работа, тест
5	Основы физики атомов и молекул	2		4	метод. пособие	опрос
	Контрольная работа №1		2			
6	Физика атомного ядра	4	1		метод. пособие	самост. работа, коллокв иум
7	Радиоактивность	4	2		метод. пособие	самост. работа, опрос
8	Ядерные реакции	4	1		метод. пособие	самост. работа, коллокв иум
9	Элементарные частицы	2			метод. пособие	опрос
	Контрольная работа №2		2			
ВСЕГО		26	12	12		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Гершензон, Е. М. Оптика и атомная физика : учеб. пособие для ВУЗов / Е. М. Гершензон, Н. Н. Малов, А. Н. Мансуров. – М. : Изд–й центр "Академия", 2000. – 408 с.
2. Кузнецов, С. И. Физика : Оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учеб. пособие для ВУЗов / С. И. Кузнецов. – М. : Юрайт, 2018. – 301 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. – 3–е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 784 с.
4. Луцевич, А. А. Оптика и квантовая физика: пособие / А. А. Луцевич, В. Ф. Малишевский. – Минск : Издательство ИВЦ Минфина, 2022. – 240 с.

Дополнительная

5. Бодунов, Е. Н. Базовый курс физики : механика, молекулярная физика, электростатика, постоянный электрический ток, магнетизм, волновая оптика, элементы квантовой механики, атомной и ядерной физики : учебник / Е. Н. Бодунов. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. – 319 с.
6. Зисман, Г. А. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Том 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц – 2019. – 504 с.
7. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учеб, пособие для студентов вузов / И. Е. Иродов. М. : Лаборатория знаний, 2021. – 261 с.
8. Кузнецов, С. И. Физика : оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 301 с.
9. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург Лань, [б. г.]. – Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц – 2019. – 320 с.
10. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 5 томах / И. В. Савельев. – 5-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2021 – Том 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц – 2021. – 384 с.
11. Сазонов, А. Б. Ядерная физика: учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов. – 2-е изд., испр, и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 320 с.

12. Фриш, С. Э. Курс общей физики: учебник : в 3 томах / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – 10-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2021 – Том 3: Оптика. Атомная физика – 2021. – 656 с.

13. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика : радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов / И. Н. Бекман. – 2-е изд., испр, и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 493 с.

14. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2 : электромагнетизм, оптика, квантовая физика: учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 441 с.

15. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. – 18-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 420 с.

16. Трофимова, Т. И. Физика: учебник для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова. – М. : Академия, 2017. – 557 с.

17. Фиргант, Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики : учебное пособие / Е. В. Фиргант. – 4-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 352 с.

Инновационные подходы и методы преподавания учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется ***практико-ориентированный подход***, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

Перечень рекомендуемых средств диагностики

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

1. контрольные работы;
2. самостоятельные работы;
3. тесты;
4. коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
5. устный опрос в ходе практических занятий;
6. проверку конспектов лекций студентов.

Темы самостоятельных работ

1. Биофизические основы зрительной рецепции.
2. Применение оптических квантовых генераторов (лазеров) в медицине.
3. Использование радиоактивных препаратов в медицине.
4. Ионизирующее излучение и человек.
5. Перспективы развития ядерной энергетики в РБ
6. Современная физическая картина мира.

Темы работ лабораторных занятий

1. Спектральный анализ атомного состава источников излучения.
2. Изучение закономерностей в спектрах поглощения и люминесценции растворов сложных молекул.
3. Измерение коэффициента пропускания прозрачных жидкых растворов

Темы контрольных работ

1. Спектральные серии излучения атомарного водорода. Спектры водородоподобных атомов.
2. Энергия связи ядра. Ядерные реакции. Закон радиоактивного распада.

Темы коллоквиумов

1. Излучение и поглощение энергии атомами. Оптические атомные спектры. Молекулярные спектры. Виды и квантовый выход люминесценции.
2. Естественная и искусственная радиоактивность. Дозиметрия.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласования с другими дисциплинами не требуется			