

АННОТАЦИЯ

Б1.В.ДВ.4 Физика рентгеновского излучения

Цели и задачи дисциплины

Рентгеновские лучи являются коротковолновым электромагнитным излучением, волновые характеристики которого определяются законами квантовой механики и тесно связаны со строением атома. Энергия рентгеновского излучения есть энергия фотонов, отражающих корпускулярные свойства электромагнитных волновых процессов.

При современном развитии естественных наук знание физических процессов возникновения рентгеновского излучения и его взаимодействия с веществом совершенно необходимо для определения новых и развития традиционных направлений его использования в химии, биологии, металлургии, материаловедении и других отраслях. Поэтому сведения о рентгеновском излучении и его свойствах необходимы выпускникам физических специальностей с учетом широкого спектра направлений, где эти знания будут востребованы.

Целью курса «Физика рентгеновского излучения» является изучение физических процессов, приводящих к возникновению рентгеновского излучения и происходящих при его взаимодействии с веществом. Освоение студентами теории указанных процессов, приобретение ими навыков решения практических задач и навыков работы с современной рентгеноспектральной аппаратурой.

Задачи дисциплины

Данный курс призван решить следующие задачи:

- освоение существующих теоретических представлений о природе и свойствах рентгеновского излучения и накопленных экспериментальных знаний, подтверждающих эти представления.
- приобретение навыков работы с рентгеноспектральным оборудованием в ходе выполнения конкретных научно-исследовательских работ
- приобретение навыков решения практических задач, возникающих в процессе использования рентгеновского излучения в производственных условиях и при выполнении научно-исследовательских работ
- развитие у студентов творческого подхода к возможному использованию рентгеновского излучения при решении возникающих на практике неординарных задач.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретению навыков самостоятельного изучения в изучении фундаментальных основ науки и их приложений.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика рентгеновского излучения» входит в модуль Общая физика базовой части Б1.В.ДВ.4 профессионального цикла основной образовательной программы по направлению **03.03.02 Физика**. При изучении «Физики рентгеновского излучения» используются знания, приобретенные студентами при изучении курсов «Аналитическая геометрия», «Строение вещества», «Квантовая механика», «Атомная и ядерная физика».

«Физика рентгеновского излучения» служит базой для освоения дисциплин, связанных с использованием свойств этого излучения при решении ряда научных и производственных задач. В частности, курс готовит студентов к успешному восприятию таких тем, как «рентгеноструктурный анализ», «физические основы рентгенофлуоресцентного анализа», «микронзондовый рентгеноспектральный анализ».

Общая трудоемкость дисциплины – 3 зачетных единицы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3); способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1); способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студент должен *знать*: природу и свойства рентгеновского излучения, теоретические основы и законы физики рентгеновского излучения, правила безопасной работы с источниками ионизирующих излучений;

уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую общепфизическую информацию, пользоваться теоретическими основами, законами и моделями физики, эксплуатировать современное рентгеноспектральное оборудование в производственных условиях и в научно-исследовательских учреждениях;

владеть: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (распределяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры			
		7	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	62/1.7	62/1.7	-	-	-
В том числе:					
Лекции	18/0.5	18/0.5	-	-	-
Практические занятия (ПЗ)	36/1	38/1			
Коллоквиумы	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль самостоятельн. работы (КСР)	8 / 0.2	8 / 0.2	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	82/2.3	82/2.3	-	-	-
В том числе:					
Курсовой проект	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)	25	25	-	-	-
Домашние контрольные работы	57	57	-	-	-
Вид аттестации: зачет			-	-	-
Общая трудоемкость часы	144	144	-	-	-
Зачетные единицы	4	4			

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

5.1.Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение (История становления и развития физики рентгеновского излучения).

Открытие и установление природы рентгеновского излучения, дифракция на кристаллах (открытие Лауэ, закон Вульфа - Бреггов), характеристическая и тормозная составляющие излучения, классификация характеристических спектров (Мозли, Бор, Зоммерфельд, Шредингер), тормозной спектр (Куленкамф, Крамерс), рентгеновская флуоресценция. Лауреаты Нобелевской премии за исследования рентгеновского излучения. Современное состояние физики рентгеновского излучения.

Тема 2. Характеристическое рентгеновское излучение.

Энергия рентгеновских уровней атома, систематика характеристических линий, закон Мозли, спин - дублеты в рентгеновском излучении, дублеты экранирования, определение постоянных экранирования, тонкая структура рентгеновских уровней, интенсивность линий характеристического спектра, относительная интенсивность линий (правила отбора, влияние "заселенности" уровней, интенсивность линий в мультиплете, переходы Костера – Кронига, практическое определение вероятностей внутриатомных переходов), выход рентгеновской флуоресценции, интенсивность характеристического излучения, возбужденного потоком электронов (базовая формула, учет обратного рассеяния электронов, поглощение в мишени, эффект избирательного возбуждения, моделирование процессов возбуждения методом статистического оценивания).

Тема 3. Тормозное рентгеновское излучение.

Спектральное распределение интенсивности тормозного излучения (базовые уравнения для случаев тонкой и массивной мишени), модификации уравнения Крамерса, пространственное распределение тормозного излучения, его поляризация.

Тема 4. Источники рентгеновского излучения.

Излучение рентгеновских трубок (соотношение интенсивностей характеристической и тормозной составляющих, спектральное распределение излучения, влияние на спектральную интенсивность возврата обратно рассеянных электронов). Возбуждение рентгеновского излучения пучком ионов (характеристическая и тормозная составляющие), радиоактивные источники (захват ядром электрона с К – оболочки, внутренняя конверсия, тормозное и характеристическое излучение β - источников, рентгеновское сопровождение α - распада), синхротронное рентгеновское излучение, высокотемпературная плазма - как источник рентгеновского излучения, рентгеновские лазеры.

Тема 5. Поглощение рентгеновского излучения.

Электронный, частичный и атомный коэффициенты поглощения (вывод формулы в классическом приближении, квантово-механическое уточнение), скачки поглощения, связь между частичным и полным коэффициентами поглощения, тонкая структура краев поглощения, линейный и массовый коэффициенты ослабления, коэффициент ослабления многокомпонентного вещества.

Тема 6. Рассеяние рентгеновского излучения.

Рассеяние на свободных электронах (когерентное рассеяние, теория Томсона, некогерентное рассеяние, теория Комтона, интенсивность излучения, рассеянного на свободных, уравнение Клейна –Нишины –Тамма, электронные коэффициенты рассеяния), когерентное и некогерентное рассеяние атомными электронами, атомные факторы, соотношение интенсивностей когерентного и некогерентного рассеяния, рассеяние массивным образцом, линейный и массовый коэффициенты рассеяния, рассеяние рентгеновского излучения упорядоченными структурами, уравнения Лауэ и Вульфа – Бреггов, резонансное комбинационное (Рамановское) рассеяние.

Тема 7. Преломление и отражение рентгеновского излучения.

Дисперсия рентгеновского излучения, аномальная дисперсия, преломление рентгеновских лучей, полное внешнее отражение для прозрачных и непрозрачных сред, интерференция рентгеновского излучения (слой – подложка, многослойные структуры, поля стоячих волн), практическое использование оптических свойств (расширение

возможностей рентгеновской спектрометрии, фокусировка рентгеновского излучения, разрешающая и отражательная способность рентгенооптических элементов).

Тема 8. Тормозное излучение свободных электронов, возникающих в облучаемом материале.

Фотоэлектроны, электроны Оже и электроны отдачи (Комптоновские), их энергия и пространственное распределение, тормозное излучение рассматриваемых электронов при первичном монохроматическом и неоднородном излучении рентгеновских трубок.

Тема 9. Рентгеновская флуоресценция.

Интенсивность рентгеновской флуоресценции, влияние на нее размеров частиц, зависимость от длины волны первичного излучения, матричные эффекты (поглощение элементами матрицы, избирательное возбуждение и избирательное поглощение, влияние процессов рассеяния), каскадный перенос вакансий, ионизация атомов фото- и Оже электронами, самовозбуждение L – оболочки, эффекты третьего порядка, возмущающее влияние элементов, эффект компенсации, возбуждение флуоресценции неоднородным первичным излучением, монохроматические модели неоднородного излучения, матричные эффекты при неоднородном излучении, особенности возбуждения атомов элементов с малыми атомными номерами.

Вид аттестации: зачет

Разработчик:

д.ф.-м.н., профессор кафедры общей и экспериментальной физики Г.В. Павлинский