

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ
КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ПОЗИТРОНА И ПОЗИТРОНИЯ

Направление подготовки [1] 03.04.02 Физика
(специальность)

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	4	144	0	32	0		76	0	Э
Итого	4	144	0	32	0	0	76	0	

АННОТАЦИЯ

В рамках дисциплины «Физическая химия позитрона и позитрония» изучаются основные характеристики позитронов, особенности взаимодействия позитронов и атомов позитрония с веществом. Рассматриваются закономерности аннигиляции и влияние на них электронного состава исследуемого вещества. Большую часть курса занимает изучение основных экспериментальных методик позитронной аннигиляционной спектроскопии, выявление возможностей, преимуществ и ограничений методов позитронной аннигиляционной спектроскопии для анализа структуры различных веществ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Физическая химия позитрона и позитрония» является знакомство студентов на примере позитронной аннигиляционной спектроскопии с особенностями проведения физических экспериментов в области исследования строения вещества, с различными задачами, стоящими перед учеными в данной области, с возможными методами их решения. Студенты получают возможность применить свои знания в различных областях физики для грамотного целеполагания, составления методики проведения эксперимента, анализа и интерпретации полученных результатов, подведения итогов и составления дальнейших планов работы. Все это поможет им в их дальнейшей учебе и работе по специальности.

Задачами освоения учебной дисциплины «Физическая химия позитрона и позитрония» являются:

- изучение характеристик позитрона и позитрония, процессов и характерных особенностей их взаимодействия с веществом;
- изучение основных экспериментальных методик позитронной аннигиляционной спектроскопии;
- формирование у студентов представления о возможностях применения позитронной аннигиляционной спектроскопии в качестве неразрушающего метода анализа структуры вещества на атомном уровне;
- выработка навыков самостоятельной оценки возможностей современных позитронных методов и их потенциальных областей применения.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Физическая химия позитрона и позитрония» позволяет студентам подготовиться к дальнейшей учебной и производственной практике в области физики взаимодействия элементарных частиц с веществом, а также к будущей работе по направлению.

Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение разделов общей физики, физики атомного ядра и частиц, квантовой механики, теории поля, основ электроники, экспериментальных методов ядерной физики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
Применение результатов научных исследований в инновационной деятельности, участие в формулировке новых задач и разработке новых методических подходов в научно-инновационных исследованиях, разработка проектной документации	Результаты научной деятельности	ПК-2 [1] - Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности Основание: Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - знать современные направления исследований в своей профессиональной области ; У-ПК-2[1] - уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности ; В-ПК-2[1] - владеть современными методиками и подходами в решении научноинновационных и инженернотехнологических задач в профессиональной сфере

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>I Семестр</i>							
1	Часть 1	1-8	0/16/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Часть 2	9-16	0/16/0		25	КИ-16	З-ПК-2, У-ПК-2,

						В-ПК-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		0/32/0		50	
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр			50	Э	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	0	32	0
1-8	Часть 1	0	16	0
1	Основные характеристики позитрона. Источники позитронов. Основные характеристики позитрона: лептонный заряд, электрический заряд, масса, спин, статистика, магнитный момент. Виды и характеристики изотопных источников позитронов (схемы распада, энергетические спектры, особенности). Создание моноэнергетических пучков позитронов.	Всего аудиторных часов 0 2 0 Онлайн 0 0 0		
2	Взаимодействие позитронов с веществом. Потери энергии и траектория движения позитрона. Подробное описание структуры трека позитрона.	Всего аудиторных часов 0 2 0 Онлайн 0 0 0		
3	Основные характеристики аннигиляции позитронов. Число аннигиляционных гамма-квантов, сечения аннигиляции, аннигиляционный пробег, распределение аннигиляционных квантов по углам и энергиям.	Всего аудиторных часов 0 2 0 Онлайн 0 0 0		
4	Позитроний – основные физические и химические свойства. Основные характеристики позитрония: энергия связи, взаимное расположение электрона и позитрона в атоме. Основные состояния позитрония: ориентация спинов, тип аннигиляции, время жизни. Вероятность образования и характеристики возбужденных состояний позитрония.	Всего аудиторных часов 0 2 0 Онлайн 0 0 0		
5	Позитроний во внешнем поле. Тонкая структура энергетических уровней основных состояний в отсутствие поля. Позитроний в постоянном магнитном поле. Позитроний в высокочастотном электромагнитном поле.	Всего аудиторных часов 0 2 0 Онлайн 0 0 0		

6	Процессы, влияющие на время жизни позитрония. Pick-off аннигиляция, орто-пара-конверсия, химические реакции. Влияние различных процессов на время жизни орто- и паро-позитрония.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
7	Принципы работы, виды и характеристики основных электронных устройств, применяемых для наблюдения аннигиляционных характеристик. Сцинтилляционный детектор. Полупроводниковый детектор. Фотоэлектронный умножитель. Дифференциальный дискриминатор. Схема совпадения. Время-амплитудный преобразователь. Многоканальный анализатор импульсов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
8	Определение вероятности три-гамма-аннигиляции. Цель проведения эксперимента, схема эксперимента и экспериментальной установки, характерные спектры. Преимущества и недостатки метода, области применения.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
9-16	Часть 2	0		
		0	16	0
9	Исследование угловой корреляции аннигиляционного излучения. Цель проведения эксперимента, схема эксперимента и экспериментальной установки, характерные спектры. Преимущества и недостатки метода, области применения.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
10	Измерение доплеровского уширения аннигиляционной линии. Цель проведения эксперимента, схема эксперимента и экспериментальной установки, характерные спектры. Преимущества и недостатки метода, области применения.	0		
		0	2	0
		Онлайн		
11	Определение времени жизни позитронов в веществе. Цель проведения эксперимента, схема эксперимента и экспериментальной установки, характерные спектры. Преимущества и недостатки метода, области применения.	0		
		0	2	0
		Онлайн		
12	Современное состояние позитронной аннигиляционной спектроскопии. Методы и экспериментальные установки, применяющиеся в современной позитронной аннигиляционной спектроскопии. Преимущества и недостатки методов, области применения.	0		
		0	2	0
		Онлайн		
13	Модель Оре образования позитрония. Основные положения модели. Ограничения и недостатки модели. Области применения.	0		
		0	2	0
		Онлайн		
14	Рекомбинационные модели образования позитрония. Модель свободного объема образования позитрония. Модель Тао (шпуровая). Основные положения модели. Ограничения и недостатки модели. Области применения. Модель свободного объема образования позитрония. Основные положения модели. Ограничения и недостатки модели. Области применения.	0		
		0	2	0
		Онлайн		
15	Пузырьковая модель локализации позитрония в среде (модель Тао-Элдрупа). Основные положения модели. Ограничения и недостатки	0		
		0	2	0
		Онлайн		

	модели. Области применения.	0	0	0
16	Химическое ингибиование образования позитрония. Ингибиование путем захвата позитронов. Ингибиование путем замедления позитронов.	Всего аудиторных часов 0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Дисциплина «Физическая химия позитрона и позитрония» состоит из практических занятий, посвященных освоению конкретных тем, умений и навыков, а также применению полученных знаний на практике, а также используется электронной сопровождение аудиторных занятий.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 В24 Введение в методику ядерно-физического эксперимента : лабораторная работа, Кушин В.В. [и др.], Москва: МИФИ, 2006
2. 539.1 Л12 Лабораторный практикум "Физика переноса и взаимодействия излучения с веществом" : учебное пособие для вузов, Кадишин В.В. [и др.], Москва: МИФИ, 2008
3. 539.1 К13 Прикладная ядерная физика : учебное пособие для вузов, Кадишин В.В., Милосердин В.Ю., Самосадный В.Т., Москва: МИФИ, 2007
4. ЭИ Г63 Физическая химия позитрона и позитрония : , Гольданский В.И., М.: Наука, 1968
5. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 3 Физика элементарных частиц, , : , 2022

6. 539.1 Я34 Ядерно-физические методы решения задач прикладной физики конденсированного состояния: лабораторный практикум : учебное пособие для вузов, Рудаков С.Г. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 П53 Полупроводниковый детектор : лабораторная работа, Кушин В.В. [и др.], Москва: МИФИ, 2006

2. 539.1 Л25 Состав и структура атомного ядра, нуклонов, p и K -мезонов, t и d -кварков и природа электрона (позитрона) и его электрического заряда : условия радиоактивных превращений ядер в виде α -распада, электронного захвата, позитронного и электронного b -распадов , Ларин В.И., Москва: Либроком, 2012

3. 539.1 С92 Сцинтилляционный детектор : лабораторная работа, Кушин В.В. [и др.], Москва: МИФИ, 2006

4. 530.1 В32 Энергия : вещество и поле, Верин О.Г., Москва: Контур-М, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Дисциплина «Физическая химия позитрона и позитрония» включает в себя аудиторную нагрузку в виде практических занятий, а также самостоятельную работу студентов. Для успешного освоения курса студенты должны самостоятельно закреплять темы пройденных занятий, изучать предложенную литературу по курсу, ответственно подходить к подготовке к рубежной и итоговой аттестации. Активная работа студентов над материалами курса позволит им в результате приобрести предусмотренные дисциплиной компетенции, знания и умения, овладеть необходимыми навыками для дальнейшей профессиональной деятельности.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Аудиторная часть дисциплины «Физическая химия позитрона и позитрония» представляет собой практические занятия, в ходе которых преподаватель обеспечивает

студентов необходимой информацией и требуемыми навыками по темам, отвечает на возникающие вопросы и помогает им усвоить материал. Для самостоятельной работы студентов преподаватель рекомендует литературу, дополняющую информацию, полученную студентами во время аудиторных занятий и углубляющую их знания по пройденным темам.

Оценка приобретенных знаний и навыков производится во время рубежной аттестации в середине и в конце семестра, а также во время итоговой аттестации по курсу. Максимальное количество баллов, выставляемых студентам, составляет 25 баллов для рубежной аттестации в середине семестра, 25 баллов для рубежной аттестации в конце семестра, 50 баллов для итоговой аттестации. Таким образом, максимальное общее количество баллов составляет 100.

Автор(ы):

Беляев Владимир Никитич, д.ф.-м.н., профессор

Акмалова Юлия Альфредовна