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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИИ

ОДОБРЕНО
УМС ЛАПЛАЗ Протокол №01/08-577 от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	2	72	30	15	0		27	0	З
Итого	2	72	30	15	0	0	27	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление с физическими методами анализа поверхности и наноструктур их возможностями;
- усвоение принципов, лежащих в основе физических методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, спектроскопии рассеяния медленных ионов, сканирующей зондовой микроскопии и дифракции медленных электронов;
- ознакомление с методами и приборами для решения задач по исследованию поверхности;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

В рамках курса рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление с физическими методами анализа поверхности и наноструктур их возможностями;
- усвоение принципов, лежащих в основе физических методов рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, спектроскопии рассеяния медленных ионов, сканирующей зондовой микроскопии и дифракции медленных электронов;
- ознакомление с методами и приборами для решения задач по исследованию поверхности;
- приобретение элементарных навыков решения практических задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа предполагает знание основ квантовой физикик и физики твердого тела.

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**
научно-исследовательский			
проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	ПК-1 [1] - Способен проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.049, 40.011	З-ПК-1[1] - Знать способы сбора, анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования. ; У-ПК-1[1] - Уметь синтезировать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования. ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками сбора, синтеза и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.
Проведение научных и аналитических	Деятельность по разработке	ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять	З-ПК-2[1] - Знать современное

исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;	материалов, покрытий, приборов	необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 25.035, 25.049, 40.011	оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.
производственно-технологический			
участие в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности в команде исполнителей	природные и социальные явления и процессы, объекты техники, технологии и производства, модели, методы и средства фундаментальных и	ПК-9 [1] - Способен к математическому и компьютерному моделированию объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области	З-ПК-9[1] - Знать основные методы и принципы математического и компьютерного моделирования объектов, систем, процессов и явлений в избранной пред-

	прикладных исследований и разработок в области математики, физики и других естественных и социально-экономических наук по профилям предметной деятельности в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства, управления и бизнеса.	*Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 40.008, 40.011	метной области, методы построения математических моделей типовых профессиональных задач, способы нахождения решений математических моделей и содержательной интерпретации полученных результатов. ; У-ПК-9[1] - Уметь использовать математическое и компьютерное моделирования для описания свойств и характеристик объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области, профессионально интерпретировать смысл полученного результата.; В-ПК-9[1] - Владеть методами математического и компьютерного моделирования объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области и содержательной интерпретации полученных результатов.
педагогический			
Организация лабораторных занятий, подготовка учебно-методических материалов и оборудования.	образовательный процесс в области основных направлений физики твердого тела	ПК-13 [1] - Способен организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов.	З-ПК-13[1] - Знать основные цели и задачи, особенности содержания и организации педагогического процесса на основе компетентностного подхода; психологические

		Основание: Профессиональный стандарт: 01.001, 01.003	особенности обучающихся, принципы организации лабораторных занятий со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов. ; У-ПК-13[1] - Уметь организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов.; В-ПК-13[1] - Владеть навыками преподавания специальных дисциплин в об-ласти общей, прикладной и фундаментальной физики, в том числе организации и проведения лабораторных работ.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры безопасности при работе на экспериментальных и промышленных установках высокой мощности (В28)

5. 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
	6 Семестр						
1	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	1-8	16/8/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
2	Оже-электронная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Сканирующая зондовая микроскопия. Дифракция медленных электронов.	9-15	14/7/0		25	КИ-15	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13
	Итого за 6 Семестр		30/15/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	З	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	6 Семестр	30	15	0
1-8	**Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия**	16	8	0
1 - 8	**Цели и задачи курса. Основные понятия о физике поверхности. Физический принцип РФЭС. Первичная структура РФЭ спектров. Вторичная структура спектров в РФЭС. Мультиплетное расщепление уровней в РФЭС. По** Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики	Всего аудиторных часов 16 Онлайн 0	8 0	0 0
9-15	**Оже-электронная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Сканирующая зондовая микроскопия. Дифракция медленных электронов.**	14	7	0
9 - 15	**Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Многократное рассеяние ионов в методе СРМИ.Сканирующая туннельная микроскопия.Дифракция медленных электронов.** Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе.Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.	Всего аудиторных часов 14 Онлайн 0	7 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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	6 Семестр
9 - 10	Первичная структура РФЭ спектров
11 - 12	Вторичная структура РФЭ спектров
13 - 14	Линии Оже-переходов в РФЭ спектрах

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий с использованием системы удаленного доступа к уникальному научному оборудованию в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

7. 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-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-15
ПК-13	З-ПК-13	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-13	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-13	З, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15

	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15

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-х балльной шкале**	**Отметка о зачете**	**Оценка ECTS**
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н99 Physics of Surfaces and Interfaces : , Ibach, Harald. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2006

2. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : лабораторный практикум, Троян В.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

3. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Троян В.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 43 Введение в физику зарядовых и размерных эффектов. Поверхность, кластеры, низкоразмерные системы : учебное пособие, Погосов В. В., Москва: Физматлит, 2006

2. 539.2 В24 Введение в физику поверхности : , Оура К. [и др.], Москва: Наука, 2006

3. 539.2 П70 Введение в физику поверхности : , Праттон М., М.; Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000

4. 621.39 М64 Основы сканирующей зондовой микроскопии : учеб. пособие для вузов, Миронов В.Л., М.: Техносфера, 2004

5. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика.Ч.1, Ландау Л.Д., Москва: Физматлит, 2013

6. 538 М22 Физика поверхности. Теоретические модели и экспериментальные методы : , Мамонова М.В., Прудникова И.А., Прудников В.В., Москва: Физматлит, 2011

7. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Троян В.И. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

8. 539.2 Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, Троян В.И. [и др.], Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

В рамках курса рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

- Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 30 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на «Контроле итогов» (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра (КИ-8) и отдельно для второй (КИ-15). Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

Форма реализации промежуточного контроля - экзамен. К экзамену допускаются студенты, имеющие по итогам в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В рамках курса рассматриваются следующие темы: Средства достижения СВВ. Адсорбция на поверхности. Степень заполнения. Экспозиция. Классификация методов исследования поверхности. Фотоэффект. Измерение энергии связи. Энергия связи электрона. Метод расчета. Энергия начального и конечного состояния. Релаксация. Ширина пиков. Форма линии. Интенсивность. Вторичная структура спектров в РФЭС. Плазмонные потери. Асимметрия пиков. Индекс сингулярности. Вторичная структура спектров в РФЭС. Сателлиты встряски и стряхивания. Спин-орбитальное расщепление уровней в РФЭС. Химический сдвиг РФЭС и оже-линий. Метод оже-параметра разделения вкладов эффекта начального и конечного состояний в сдвиг энергии связи. Экспериментальное наблюдение. Спектры валентных уровней и оже-серий в РФЭС. Эффект зарядки и способы его учета. Источник рентгеновского излучения. Типы анодов. Энергоанализаторы. Виды и характеристики. Физические основы. Кинематический фактор. Сечение рассеяния в СРМИ. Потенциалы межатомного взаимодействия. Нейтрализация ионов в спектроскопии рассеяния медленных ионов. Конус затенения. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Структурные эффекты. Спектроскопия рассеяния медленных ионов. Разрешение по массе. Физические основы. Туннелирование электрона. Туннельный ток. Топографический и спектроскопический режимы работы сканирующего туннельного микроскопа Атомно-силовая микроскопия. Принцип действия. Условие дифракции. Сфера Эвальда. Дифракция медленных электронов. Общая схема установки.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

- Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 5 вопросов из списка вопросов. Время на подготовку – 30 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на контроле итогов (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра (КИ-8) и отдельно для второй (КИ-15). Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

Форма реализации промежуточного контроля - экзамен. К экзамену допускаются студенты, имеющие по итогам КИ-8 и КИ-15 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на экзамене составляет 50 баллов.

Автор(ы):

Борисюк Петр Викторович, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

Пальчиков В.Г., профессор, д.ф.-м.н.