

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

**Наименование образовательной программы: Прикладная физика плазмы и управляемый
термоядерный синтез**

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Приборы и техника эксперимента**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федорович С.Д.
	Идентификатор	R4b28090f-FedorovichSD-c72edc0f

С.Д.
Федорович

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

М.В.
Лукашевский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические методы и экспериментальные навыки исследования процессов, используемых в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках

ИД-2 Владеет практическими навыками применения измерительных приборов и техники эксперимента, характерных для плазменных технологий

2. РПК-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования

ИД-1 Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. Презентация и защита реферата (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита лабораторных работ № 1, 2, 3 (Лабораторная работа)

2. Защита лабораторных работ № 4, 5, 6 (Лабораторная работа)

3. Тест на знание терминологии 1 (Тестирование)

4. Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии (Тестирование)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	16
Основные группы электрической измерительной аппаратуры						
Основные группы электрической измерительной аппаратуры		+	+		+	
Методы термометрии						
Методы термометрии		+	+		+	+

Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды					
Методы и приборы для экспериментального исследования плотности потока излучения плазмы. Плазменные зонды	+	+		+	+
Методы и техника получения и измерения высокого напряжения					
Методы и техника получения и измерения высокого напряжения			+		+
Техника получения пучков заряженных частиц					
Техника получения пучков заряженных частиц			+		+
Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы					
Аппаратная функция спектрометра. Энергоанализаторы			+		+
Основные виды электронной спектроскопии					
Основные виды электронной спектроскопии	+			+	+
Атомный силовой микроскоп					
Атомный силовой микроскоп					+
Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)					
Лазерный оптический зонд (ЛИДАР)					+
Вес КМ:	20	25	25	10	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-2ПК-2 Владеет практическими навыками применения измерительных приборов и техники эксперимента, характерных для плазменных технологий	Знать: принцип действия и конструктивные особенности основного измерительного и вспомогательного оборудования для проведения физических экспериментов по исследованию технологических воздействий плазмы методы экспериментального исследования теплогидравлических и электромагнитных процессов Уметь: самостоятельно выбирать тип приборов для решения поставленной экспериментальной задачи	Тест на знание терминологии 1 (Тестирование) Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии (Тестирование) Защита лабораторных работ № 1, 2, 3 (Лабораторная работа) Презентация и защита реферата (Реферат)
РПК-1	ИД-1РПК-1 Имеет практические навыки	Уметь: использовать пакеты	Защита лабораторных работ № 4, 5, 6 (Лабораторная работа)

	применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин	прикладных программ вычислительной математики для обработки экспериментальных данных	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Тест на знание терминологии 1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты вытягивают билеты с вопросами и отвечают на них письменно.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принцип действия и конструктивные особенности основного измерительного и вспомогательного оборудования для проведения физических экспериментов по исследованию технологических воздействий плазмы	1. Какие технические средства, используемые при измерениях физических величин, называются средствами измерений? 2. Назовите основные группы электрической измерительной аппаратуры. 3. Какие приборы называются электрической мерой? Назовите примеры таких приборов? 4. Какие приборы называются измерительными преобразователями? 5. Назовите методы измерения электрических величин. 6. Приведите принципиальную схему метода шунтирования для измерения силы тока.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Защита лабораторных работ № 1, 2, 3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты вытягивают билеты с вопросами по лабораторным работам и отвечают на них письменно.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: самостоятельно выбирать тип приборов для решения поставленной экспериментальной задачи	1.Опишите назначение, принцип действия и основные характеристики нормальных элементов. Опишите порядок выполнения экспериментальной части лабораторной работы №1. Какие прямые измерения проводились при выполнении работы? 2.Назовите методы и приборы для измерений силы больших токов. Опишите порядок выполнения экспериментальной части лабораторной работы №2. Нарисуйте принципиальную электрическую схему для поверки амперметра. 3.С какой целью в работе №2 определялось сопротивление амперметра? Нарисуйте принципиальную электрическую схему установки. Выведите формулу для расчета масштабного коэффициента n. 4.Какие вспомогательные приборы использовались в работе №2? Какие методы измерения силы тока используются в экспериментальной практике? Как рассчитать погрешность определения силы тока в работе №2? 5.Опишите порядок выполнения экспериментальной части лабораторной работы №3. Какие прямые измерения проводятся при выполнении работы? 6.Назовите основные технические характеристики и диапазоны измерения силы тока преобразователей на основе эффекта Холла. Опишите принцип действия преобразователя на основе эффекта Холла в работе №3.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Защита лабораторных работ № 4, 5, 6

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты вытягивают билеты с вопросами по лабораторным работам и отвечают на них письменно.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: использовать пакеты прикладных программ вычислительной математики для обработки экспериментальных данных	1.Нарисуйте принципиальную схему каскадного генератора высокого напряжения. Объясните назначение схемы Вилларда. Сколько каскадов использовалось в схеме работы №4? 2.Опишите методы и приборы для измерения высоких напряжений. Какой метод измерения высокого напряжения использовался в работе №4? Какая точка схемы делителя напряжения должна быть заземлена? 3.Запишите формулу для расчета пульсации выходного напряжения каскадного генератора (КГ). Назовите причины пульсаций. Почему в экспериментах с использованием КГ в системах ускорения пучков заряженных частиц необходимо избавиться от пульсаций высокого напряжения? Как достигается уменьшение пульсаций? 4.От каких элементов конструкции спектрометра зависит аппаратная функция? 5.Почему ширина аппаратной функции (АФ) на полувысоте является разрешением спектрометра? 6.Нарисуйте принципиальную оптическую схему установки для определения разрешения спектрометра в работе №5. 7.Нарисуйте принципиальную схему установки для определения аппаратной функции энергоанализатора.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Тест на знание терминологии по электронной спектроскопии и сканирующей зондовой микроскопии

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты вытягивают билеты с вопросами и отвечают на них письменно.

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы билета

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принцип действия и конструктивные особенности основного измерительного и вспомогательного оборудования для проведения физических экспериментов по исследованию технологических воздействий плазмы	1.Какие методы анализа свойств веществ называются электронной спектроскопией? Приведите примеры таких методов. 2.Нарисуйте принципиальную схему метода рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС). 3.Нарисуйте принципиальную схему метода Оже – спектроскопии 4.Нарисуйте схемы различных трехуровневых (двух электронных) Оже-процессов снятия возбуждения атома. 5.Что называется энергией связи электронов в атомах? Как экспериментально определить энергию связи электронов для каждого элемента? 6.Какие виды сканирующих зондовых микроскопов для исследования и модификации поверхности используются в настоящее время в экспериментальной практике и в нанотехнологиях ?
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. Презентация и защита реферата

Формы реализации: Выступление (доклад)

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты выступают с презентацией по теме своего реферата

Краткое содержание задания:

Примеры тематики рефератов:

1. История создания и особенности Международной температурной шкалы МТШ – 90. Реперные точки МТШ – 90 и методики их воспроизведения.
2. Перспективные датчики давления и температуры для применения на АЭС.
3. ПЗС-линейки и матрицы: конструкция, основные характеристики и области применения.
4. Характеристики пикоамперметров и их роль в современном эксперименте.
5. Возможности метода ВИМС и характерные проблемы количественного определения состава поверхности.
6. Спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда: история создания, назначение, основные результаты применения и возможности современных установок для исследования состава поверхности по обратному рассеянию частиц.
7. Области применения электронной спектрометрии.
8. Методы литографии и их возможности для решения задач нанотехнологии.
9. Атомная инженерия. Современные достижения и перспективы развития.
10. Методы получения низкотемпературной плазмы атмосферного давления.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы экспериментального исследования теплогидравлических и электромагнитных процессов	1. Дайте определение понятию «Реперные точки шкалы температур МТШ – 90». 2. Назовите методы литографии, применяемые для решения задач нано технологий. 3. Объясните, почему метод вторично-ионной масс-спектрометрии (ВИМС) применяется только в относительном варианте. Назовите характерные проблемы количественного определения состава поверхности методом ВИМС. 4. Какие приборы применяются для измерения малых токов и напряжений? 5. Какие методы измерения высоких напряжений используются в технике эксперимента? 6. Какие типы источников высоких напряжений применяются в физических экспериментах?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Роль электрической измерительной аппаратуры в измерении физических величин. Основные группы электрической измерительной аппаратуры.
2. Найдите величину пульсаций напряжения и падение напряжения в каскадном генераторе, если сила тока нагрузки $I = 1 \cdot 10^{-5}$ А, частота $f = 6 \cdot 10^4$ с⁻¹, число каскадов $n = 4$, электрическая емкость одного каскада $C = 761$ пФ

Процедура проведения

Студенты получают билеты и письменно готовят на них ответы. По готовности отвечают лектору билет.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-2 Владеет практическими навыками применения измерительных приборов и техники эксперимента, характерных для плазменных технологий

Вопросы, задания

1.
 1. Принцип действия и область применения кремниевого поверхностно-барьерного детектора ядерных частиц. Атомные столкновения и спектрометрия обратного рассеяния Резерфорда.
 2. Определите длины волн рассеянного излучения при комбинационном рассеянии света с длиной волны $\lambda = 694,3$ нм на молекулах азота и кислорода в атмосфере. Частота собственных гармонических колебаний молекулы азота $\omega_{01} = 2358,6$ см⁻¹; молекулы кислорода $\omega_{02} = 1580,2$ см⁻¹.
2.
 1. Вторично-ионный масс-спектрометр, его принципиальная схема и область применения.
 2. Найдите величину сигнала, получаемого в анодной цепи ВЭУ при входе одного электрона. Коэффициент усиления всех динодов одинаков $\sigma = 4$, число каскадов $m = 10$, электрическая емкость анода относительно земли $C_a = 10^{-10}$ Ф.
3.
 1. Плазменные зонды. Магнитный зонд. Зонд Ленгмюра. Вольтамперная характеристика зонда Ленгмюра в плазме дугового разряда и ее применение для определения параметров плазмы.
 2. Оцените разрешающую способность сферического энергоанализатора, ширина выходной щели которого равна 0,30 мм, радиусы сферических обкладок равны соответственно $R_1 = 48,0$ мм и $R_2 = 52,0$ мм.
4.
 1. Роль электрической измерительной аппаратуры в измерении физических величин. Основные группы электрической измерительной аппаратуры.

2. Найдите величину пульсаций напряжения и падение напряжения в каскадном генераторе, если сила тока нагрузки $I = 1 \cdot 10^{-5}$ А, частота $f = 6 \cdot 10^4$ с⁻¹, число каскадов $n = 4$, электрическая емкость одного каскада $C = 761$ пФ

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие виды генераторов высокого напряжения наиболее широко используются в технике?

Ответы:

1. Каскадные генераторы и генераторы импульсов напряжения (генератор Аркадьева-Маркса).
2. Генераторы Ван де Граафа и генераторы импульсов напряжения (генератор Аркадьева-Маркса).
3. Каскадные генераторы.
4. Генераторы импульсов напряжения (генератор Аркадьева-Маркса).

Верный ответ: Каскадные генераторы

2. Назовите три основных типа приборов сканирующих зондовых методов исследования в нанотехнологии.

Ответы:

1. Туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп и ближнепольный оптический микроскоп.
2. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Латерально-силовой микроскоп.
3. Атомно-силовой микроскоп. Латерально-силовой микроскоп. Сканирующая термальная микроскопия.
4. Туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп и сканирующий микроскоп магнитных сил.

Верный ответ: Туннельный микроскоп, атомно-силовой микроскоп и ближнепольный оптический микроскоп

3. Каким характеристикам соответствуют установки ВИМС, которые классифицируются как имеющие чувствительность, достаточную для обнаружения следов элементов и для микроанализа поверхности.

Ответы:

1. Установки ВИМС, позволяющие регистрировать более 10^6 ион/с характерного элемента из оксидной матрицы (например, ионы Fe+изобразца Fe_2O_3) при токе первичного пучка 10^{-9} А.
2. Установки ВИМС, позволяющие регистрировать более 10^6 ион/с характерного элемента при токе первичного пучка 10^{-6} А.
3. Установки ВИМС, позволяющие регистрировать более 10^3 ион/с характерного элемента из оксидной матрицы (например, ионы Fe+изобразца Fe_2O_3) при токе первичного пучка 10^{-6} А.
4. Установки ВИМС, позволяющие регистрировать более 10^6 ион/с характерного элемента из оксидной матрицы (например, ионы Fe+изобразца Fe_2O_3) при токе первичного пучка 10^{-15} А.

Верный ответ: Установки ВИМС, позволяющие регистрировать более 10^6 ион/с характерного элемента из оксидной матрицы (например, ионы Fe+изобразца Fe_2O_3) при токе первичного пучка 10^{-9} А.

4. Какие вторично-ионные масс-спектрометры (ВИМС) называют ионными зондами? Является ли метод ВИМС разрушающим методом?

Ответы:

1. Установки ВИМС, позволяющие получать сведения о распределении элемента по поверхности, со сканирующим ионным зондом, обычно называют ионными зондами. В этих установках

- первичный пучок анализируется по массам и может быть сфокусирован в пятно диаметром от 2 и менее до 300 мкм. Метод ВИМС является разрушающим поверхность методом.
2. Установки ВИМС, позволяющие получать сведения о распределении элемента по глубине от поверхности образца, называют ионными зондами. Метод ВИМС является разрушающим поверхность методом.
 3. Установки ВИМС, позволяющие получать сведения о распределении элемента по поверхности. В этих установках первичный пучок может быть сфокусирован в пятно диаметром от 0,2 и менее до 3 мм. Метод ВИМС является неразрушающим поверхность методом.
 4. Установки ВИМС, позволяющие получать сведения о концентрации элемента на поверхности образца, называют ионными зондами. Метод ВИМС является неразрушающим поверхность методом.

Верный ответ: Установки ВИМС, позволяющие получать сведения о распределении элемента по поверхности, со сканирующим ионным зондом, обычно называют ионными зондами. В этих установках первичный пучок анализируется по массам и может быть сфокусирован в пятно диаметром от 2 и менее до 300 мкм. Метод ВИМС является разрушающим поверхность методом

5. Укажите характерную глубину диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии.

Ответы:

1. Характерная глубина диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии не превышает 1 нм.
2. Характерная глубина диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии 10 нм.
3. Характерная глубина диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии может достигать 1 мкм.
4. Характерная глубина диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии зависит от энергии зондирующего пучка.

Верный ответ: Характерная глубина диагностики состава мишени методами рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и Оже-спектроскопии не превышает 1 нм

6. Назовите условия возникновения Оже-процесса эмиссии электронов.

Ответы:

1. Эмиссия Оже-электронов с поверхности исследуемого образца возможна только в результате воздействия рентгеновского характеристического излучения.
2. Эмиссия Оже-электронов с поверхности исследуемого образца возможна только в результате воздействия пучков ускоренных частиц.
3. Эмиссия Оже-электронов с поверхности исследуемого образца возможна в результате воздействия рентгеновских фотонов и ускоренных до кэВ-х энергий электронов, когда энергия начальной основной дырки в атоме мишени составляет менее 10 кэВ.
4. Эмиссия Оже-электронов с поверхности исследуемого образца возможна в результате воздействия рентгеновских фотонов и ускоренных до кэВ-х энергий электронов, когда энергия начальной основной дырки в атоме мишени составляет более 10 кэВ.

Верный ответ: Эмиссия Оже-электронов с поверхности исследуемого образца возможна в результате воздействия рентгеновских фотонов и ускоренных до кэВ-х энергий электронов, когда энергия начальной основной дырки в атоме мишени составляет менее 10 кэВ

7. От каких характеристик электростатического полусферического энергоанализатора (ПСА) заряженных частиц зависит его разрешающая способность по энергиям?

Ответы:

1. Разрешающая способность энергоанализатора зависит от напряжения между его обкладками.
2. Разрешающая способность энергоанализатора зависит только от радиусов внутренней и внешней обкладок.
3. Разрешающая способность энергоанализатора зависит от отношения ширины входной щели и радиуса равновесной траектории заряженных частиц при их движении между обкладками.
4. Разрешающая способность энергоанализатора зависит от кинетической энергии заряженных частиц.

Верный ответ: Разрешающая способность энергоанализатора зависит от отношения ширины входной щели и радиуса равновесной траектории заряженных частиц при их движении между обкладками

8. Что называется аппаратной функцией спектрального прибора?

Ответы:

1. Аппаратной функцией называется зависимость интенсивности сигнала на выходе спектрометра от длины волны света.
2. Аппаратной функцией называется зависимость интенсивности сигнала на выходе спектрометра от интенсивности света на входной щели.
3. Аппаратной функцией называется зависимость интенсивности сигнала на выходе спектрального прибора от энергии частиц на входе.
4. Аппаратной функцией называется результат действия прибора на δ -образный сигнал на входе. В спектроскопии - спектр, регистрируемый прибором, когда на вход его подано монохроматическое излучение.

Верный ответ: Аппаратной функцией называется результат действия прибора на δ -образный сигнал на входе. В спектроскопии - спектр, регистрируемый прибором, когда на вход его подано монохроматическое излучение

9. Какие спектральные приборы относятся к щелевым?

Ответы:

1. Дифракционный спектрометр и монохроматор.
2. Дифракционный спектрометр, монохроматор и энергоанализатор заряженных частиц.
3. Дифракционный спектрометр, монохроматор и интерферометр.
4. Энергоанализатор заряженных частиц и интерферометр.

Верный ответ: Дифракционный спектрометр, монохроматор и энергоанализатор заряженных частиц

10. Назовите метод измерения напряжений выше одного миллиона вольт

Ответы:

1. Метод шарового промежутка.
2. Метод электростатического вольтметра.
3. Делители напряжения.
4. Электрооптические методы измерений.

Верный ответ: Метод шарового промежутка

11. Сформулируйте принцип действия атомного силового микроскопа (АСМ). Зависит ли действие АСМ от проводящих свойств исследуемой поверхности?

Ответы:

1. Принцип действия АСМ основан на использовании сил атомных связей, действующих между атомами вещества. Аналогичные силы действуют и между любыми сближающимися телами. В АСМ такими телами служат исследуемая поверхность и скользящее над ней острие. Действие АСМ не зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.
2. Принцип действия АСМ основан на использовании сил атомных связей, действующих между атомами вещества. Действие АСМ зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.
3. Принцип действия АСМ основан на использовании сил Ван-дер-Ваальса, действующих между атомами поверхности образца и острием силового сенсора микроскопа. Действие АСМ зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.
4. Принцип действия АСМ основан на использовании сил отталкивания между атомами при их сближении. Действие АСМ не зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.

Верный ответ: Принцип действия АСМ основан на использовании сил атомных связей, действующих между атомами вещества. Аналогичные силы действуют и между любыми сближающимися телами. В АСМ такими телами служат исследуемая поверхность и скользящее над ней острие. Действие АСМ не зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности

12. Назовите методы измерения температуры.

Ответы:

1. Контактные и бесконтактные методы (пирометрия).
2. Методы, основанные на зависимости сопротивления от температуры (термометры сопротивления).
3. Методы, основанные на эффекте Зеебека (термопары).
4. Методы, основанные на температурной зависимости электрической емкости сегнетоэлектрика, падения напряжения на полупроводниковом диоде, резонансной частоты пьезокварца, давления плавления гелия-3 (от 1 мК до 0,5 мК).

Верный ответ: Контактные и бесконтактные методы (пирометрия)

13. От чего зависит нижний предел измерения силы тока в проводнике?

Какие приборы предназначены для измерения малых токов? Какие минимальные значения силы тока в проводнике измеряются современными приборами?

Ответы:

1. Нижний предел измерения силы тока в проводнике зависит только от чувствительности применяемого прибора. Для измерения малых токов применяются электрометры. Минимальный предел 10^{-12} А.
2. Нижний предел измерения силы тока в проводнике зависит от его температуры и ограничивается «тепловым шумом». Для измерения малых токов применяются электрометры и пикоамперметры. Минимальный предел 10^{-15} А.
3. Нижний предел измерения силы тока в проводнике стремится к нулю. Для измерения малых токов применяются электрометры. Минимальный предел 10^{-19} А.
4. Нижний предел измерения силы тока в проводнике зависит от его температуры и ограничивается «тепловым шумом». Для измерения малых токов применяются пикоамперметры. Минимальный предел 10^{-19} А.

Верный ответ: Нижний предел измерения силы тока в проводнике зависит от его температуры и ограничивается «тепловым шумом». Для измерения малых токов применяются электрометры и пикоамперметры. Минимальный предел 10^{-15} А.

14. Назовите методы измерения электрических величин.

Ответы:

1. Методами измерения электрических величин являются метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.
2. Компенсационные методы.
3. Методы шунтирования.
4. Методы, основанные на применении мостовых схем.

Верный ответ: Методами измерения электрических величин являются метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

15. Какие приборы называются измерительными преобразователями?

Ответы:

1. Измерительные преобразователи – средства измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме удобной для передачи и обработки и хранения.
2. Измерительные преобразователи – приборы, предназначенные для преобразования неэлектрических сигналов в электрические сигналы.
3. Группа вспомогательных измерительных приспособлений и принадлежностей, которая включает в себя широкий перечень специализированных измерительных устройств (указатели порядка следования фаз, электрические пробники и индикаторы, измерительные и регулировочные трансформаторы, реостаты, шунты, добавочные сопротивления др.).
4. Измерительные преобразователи – совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки и использования в автоматических системах управления (АСУ).

Верный ответ: Измерительные преобразователи – средства измерений, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме удобной для передачи и обработки и хранения.

16. Какие приборы называются электрической мерой? Назовите примеры таких приборов.

Ответы:

1. Электрическими мерами называют приборы, которые служат для вещественного воспроизведения единиц измерения определенной физической величины.
2. Электрической мерой называется «нормальный элемент».
3. Электрическими мерами называются все электрические измерительные приборы.
4. Электрическими мерами называют катушки электрического сопротивления.

Верный ответ: Электрическими мерами называют приборы, которые служат для вещественного воспроизведения единиц измерения определенной физической величины.

17. Какие технические средства, используемые при измерениях физических величин, называются средствами измерений?

Ответы:

1. Все технические средства, используемые при измерениях физических величин, называются средствами измерений.
2. Все технические средства, используемые при измерениях физических величин и содержащие преобразователи в электрический сигнал.
3. Технические средства, используемые при измерениях физических величин и имеющие нормированные метрологические свойства, называются средствами измерений.
 1. Средствами измерений являются все измерительные приборы.

Верный ответ: Технические средства, используемые при измерениях физических величин и имеющие нормированные метрологические свойства, называются средствами измерений.

18. Укажите типичные значения туннельного тока и расстояния Z образец-игла в туннельном микроскопе. Можно ли применить туннельный микроскоп для исследования диэлектриков?

Ответы:

1. Типичные значения туннельного тока 1–1000 пА при расстояниях Z около 1 Å. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния Z образец-игла. Применение туннельного микроскопа для исследования диэлектриков не представляется возможным.
2. Типичные значения туннельного тока 1–1000 пА при расстояниях Z около 1 нм. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния Z образец-игла. Применение туннельного микроскопа не зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.
3. Типичные значения туннельного тока 1–1000 мкА при расстояниях Z около 10 Å. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния Z образец-игла. Применение туннельного микроскопа для исследования диэлектриков не представляется возможным.
4. Типичные значения туннельного тока 1–10 пА при расстояниях Z около 1 Å. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния Z образец-игла. Применение туннельного микроскопа не зависит от проводящих свойств исследуемой поверхности.

Верный ответ: Типичные значения туннельного тока 1–1000 пА при расстояниях Z около 1 Å. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния Z образец-игла. Применение туннельного микроскопа для исследования диэлектриков не представляется возможным

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Имеет практические навыки применения измерительных приборов и техники эксперимента, навыки постобработки экспериментальных данных и способен провести анализ погрешностей определяемых величин

Вопросы, задания

- 1.
1. Первичные измерительные преобразователи.
2. Определите отношение концентраций примесей в твердом теле по результатам рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, если отношение соответствующих площадей под фотопиками на спектре энергетических потерь фотоэлектронов равно двум, а сечения испускания фотоэлектронов, чувствительность аппаратуры и глубина выхода фотоэлектронов одинаковы.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите диапазон энергий для измерения энергетического спектра обратно рассеянных частиц с помощью поверхностно-барьерных полупроводниковых детекторов.

Ответы:

1. Порядка мега электронвольт.
2. Порядка сотен мега электронвольт.
3. Порядка сотен кило электронвольт.
4. Порядка сотен электронвольт.

Верный ответ: Порядка мега электронвольт

2. Перечислите отличительные особенности призмных и дифракционных спектральных приборов.

Ответы:

1. Угловая дисперсия призмы существенно зависит от длины волны, поэтому градуировочные (по длинам волн) характеристики приборов нелинейны и для выполнения градуировки нужно большое число линий с известными длинами волн. Угловая дисперсия приборов с дифракционной решеткой может считаться постоянной при незначительной вариации угла дифракции в пределах исследуемого спектра, что облегчает градуировку.
2. Приборы с призмой обладают большим разрешением, чем дифракционные.
3. Угловая дисперсия приборов с дифракционной решеткой существенно зависит от длины волны, тогда как угловая дисперсия призмного спектрального прибора может считаться постоянной в пределах исследуемого спектра.
4. Призмные спектрометры характеризуются большей светосилой, чем дифракционные.

Верный ответ: Угловая дисперсия призмы существенно зависит от длины волны, поэтому градуировочные (по длинам волн) характеристики приборов нелинейны и для выполнения градуировки нужно большое число линий с известными длинами волн. Угловая дисперсия приборов с дифракционной решеткой может считаться постоянной при незначительной вариации угла дифракции в пределах исследуемого спектра, что облегчает градуировку

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.