

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Физика электронных и ионных процессов БЗ.ДВ.3

Направление подготовки: 223200.62 - Техническая физика

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр - инженер

Форма обучения: параллельное образование

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Кашапов Н.Ф.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) проректор по инновационной деятельности Кашапов Н.Ф. Ректорат КФУ , Nail.Kashapov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Физика электронных и ионных процессов" относится к основной части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки бакалавров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций, основанных на знаниях о эмиссионных процессах, сопровождающих термический нагрев твердых тел, о пропускание электрического тока по ним, создание у их поверхности сильных электрических полей, а также облучение твердых тел фотонами, электронами и атомными частицами. Курс опирается на знания по курсам "Электричество и магнетизм", "Оптика", "Атомная физика", "Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика", "Квантовая теория поля". Основу методики изучения курса составляют лекции и беседы с преподавателями.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " БЗ.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 223200.62 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Курс "Физика электронных и ионных процессов" излагается в первом семестре четвертого года обучения бакалавриата. Знания, полученные студентами при изучении таких курсов как "Электричество и магнетизм", "Оптика", "Атомная физика", "Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика", "Квантовая теория поля" обеспечивают данную дисциплину. После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их свойствами при решении научных и научно-прикладных проблем, связанных с подготовкой бакалаврской диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные характеристики эмиссионных процессов,
- их взаимосвязь с параметрами твердого тела и облучающих его частиц,
- способы управления указанными характеристиками,
- методы измерения работы выхода;

2. должен уметь:

- рассчитать плотность тока термо-, авто- и фотоэлектронной эмиссий,
- оценить степень поверхностной ионизации,
- оценить влияние контактного поля пятен.

3. должен владеть:

Иметь навыки:

- по анализу разнообразных электронных и ионных процессов для научно обоснованного выбора соответствующей системы, наиболее подходящей для решения конкретной задачи; по исследованию плазмы с использованием современных методов диагностики.

Научно-исследовательская деятельность:

Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты;

Способность самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств;

Готовность осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов;

Способность представлять результаты исследования в формах отчетов, рефератов, публикаций и презентаций;

Производственно-технологическая деятельность:

Способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики с учетом экономических и экологических требований;

Способность разрабатывать, проводить наладку и испытания и эксплуатировать наукоемкое технологическое оборудование;

Готовность решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ;

Проектно-конструкторская деятельности:

Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства, составлять необходимый комплект технической документации;

Готовность применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений

Организационно-управленческая деятельность:

Способность владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда, способность оценивать затраты и результаты деятельности научно-производственного коллектива

Способность находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности;

Готовность управлять программами освоения новой продукции и технологии, разрабатывать эффективную стратегию;

Научно-педагогическая деятельность:

Готовность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов

Способность проводить учебные занятия, лабораторные работы, обеспечивать практическую и научно-исследовательскую работу обучающихся;

Способность применять и разрабатывать новые образовательные технологии;

Научно-инновационная деятельность:

Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий;

Способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, осуществлять технико-экономическое обоснование инновационных проектов;

Готовность к участию в организации и проведении инновационного образовательного процесса;

Готовность к участию в разработке и реализации проектов по интеграции высшей школы, академической и отраслевой науки, промышленных организаций и предприятий малого и среднего бизнеса.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет и экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение Предмет изучения. Развитие физики электронных и ионных процессов как науки.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основы физики электронной теории твердого тела. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Особые электронные состояния в кристаллах: поверхностные состояния, F- и V-центры, ловушки, экситоны, плазмоны.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	<p>Тема 3. Термоэлектронная эмиссия. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Вольтамперная характеристика диода с термокатодом. Методы измерения работы выхода. Поля контактной разности потенциалов (поля "пятен"). Термоэмиссионные характеристики поли- и монокристаллов. Термоэлектронные катоды. Термоэлектронная эмиссия вольфрама в парах цезия. Особенности термоэлектронной эмиссии некоторых материалов. Термоэмиссионные преобразователи (ТЭП). Вакуумные ТЭП и ТЭП с цезиевым наполнением.</p>	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Автоэлектронная эмиссия. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттингама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма. Физические особенности автоэлектронных катодов. Автоэлектронный проектор Мюллера. Сканирующий туннельный микроскоп.	7		0	0	0	
5.	Тема 5. Взрывная эмиссия электронов. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Фотоэлектронная эмиссия. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным средством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Эмиссия "горячих" электронов. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок.	7		0	0	0	
8.	Тема 8. Экзоэлектронная эмиссия. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Вторичная электронная эмиссия. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным средством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Поверхностная ионизация. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Влияние электрического поля на поверхностную ионизацию. Поверхностная ионизация в сильных полях. Ионный проектор Мюллера. Десорбция полем и испарение полем. Полевой ионный микроскоп с атомным зондом.	7		0	0	0	
11.	Тема 11. Ионно-электронная эмиссия. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Вторичная ион-ионная эмиссия. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами.	7		0	0	0	
13.	Тема 13. Катодное распыление. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венеры. Фокусоны. Каналирование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной имплантации. Аморфизация поверхности.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
14.	Тема 14. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Основы физики электронной теории твердого тела.	7		0	0	0	
15.	Тема 15. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Термоэлектронная эмиссия.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
16.	Тема 16. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттинггама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма. Автоэлектронная эмиссия	7		0	0	0	
17.	Тема 17. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии. Взрывная эмиссия электронов	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
18.	Тема 18. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным средством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели. Фотоэлектронная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
19.	Тема 19. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок Эмиссия "горячих" электронов	7		0	0	0	
20.	Тема 20. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии. Экзоэлектронная эмиссия.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
21.	Тема 21. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным сродством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
22.	Тема 22. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Поверхностная ионизация.	7		0	0	0	
23.	Тема 23. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления. Ионно-электронная эмиссия	7		0	0	0	
24.	Тема 24. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами. Вторичная ион-ионная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
25.	Тема 25. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венеры. Фокусоны. Каналирование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной Катодное распыление	7		0	0	0	
26.	Тема 26. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Основы физики электронной теории твердого тела.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
27.	Тема 27. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Термоэлектронная эмиссия.	7		0	0	0	
28.	Тема 28. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттингама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма Автоэлектронная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
29.	Тема 29. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии. Взрывная эмиссия электронов	7		0	0	0	
30.	Тема 30. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным сродством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели. Фотоэлектронная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
31.	Тема 31. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок Эмиссия "горячих" электронов	7		0	0	0	
32.	Тема 32. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии. Экзоэлектронная эмиссия.	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
33.	Тема 33. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным сродством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
34.	Тема 34. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Поверхностная ионизация.	7		0	0	0	
35.	Тема 35. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления. Ионно-электронная эмиссия	7		0	0	0	
36.	Тема 36. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами. Вторичная ион-ионная эмиссия	7		0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
37.	Тема 37. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венеры. Фокусоны. Каналирование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной Катодное распыление	7		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен зачет
	Итого			0	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение Предмет изучения. Развитие физики электронных и ионных процессов как науки.

Тема 2. Основы физики электронной теории твердого тела. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Особые электронные состояния в кристаллах: поверхностные состояния, F- и V- центры, ловушки, экситоны, плазмоны.

Тема 3. Термоэлектронная эмиссия. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Вольтамперная характеристика диода с термокатодом. Методы измерения работы выхода. Поля контактной разности потенциалов (поля "пятен"). Термоэмиссионные характеристики поли- и монокристаллов. Термоэлектронные катоды. Термоэлектронная эмиссия вольфрама в парах цезия. Особенности термоэлектронной эмиссии некоторых материалов. Термоэмиссионные преобразователи (ТЭП). Вакуумные ТЭП и ТЭП с цезиевым наполнением.

Тема 4. Автоэлектронная эмиссия. Уравнение Фаулера-Нордгейма.

Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттингама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма. Физические особенности автоэлектронных катодов. Автоэлектронный проектор Мюллера. Сканирующий туннельный микроскоп.

Тема 5. Взрывная эмиссия электронов. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии.

Тема 6. Фотоэлектронная эмиссия. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным сродством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели.

Тема 7. Эмиссия "горячих" электронов. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок.

Тема 8. Экзоэлектронная эмиссия. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии.

Тема 9. Вторичная электронная эмиссия. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным сродством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия.

Тема 10. Поверхностная ионизация. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Влияние электрического поля на поверхностную ионизацию. Поверхностная ионизация в сильных полях. Ионный проектор Мюллера. Десорбция полем и испарение полем. Полевой ионный микроскоп с атомным зондом.

Тема 11. Ионно-электронная эмиссия. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления.

Тема 12. Вторичная ион-ионная эмиссия. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами.

Тема 13. Катодное распыление. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венера. Фокусоны. Канализование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной имплантации. Аморфизация поверхности.

Тема 14. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Основы физики электронной теории твердого тела.

Тема 15. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Термоэлектронная эмиссия.

Тема 16. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттинггама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма. Автоэлектронная эмиссия

Тема 17. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии. Взрывная эмиссия электронов

Тема 18. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным средством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели. Фотоэлектронная эмиссия

Тема 19. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок Эмиссия "горячих" электронов

Тема 20. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии. Экзоэлектронная эмиссия.

Тема 21. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным средством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия

Тема 22. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Поверхностная ионизация.

Тема 23. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления. Ионно-электронная эмиссия

Тема 24. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами. Вторичная ион-ионная эмиссия

Тема 25. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венеры. Фокусоны. Каналирование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной Катодное распыление

Тема 26. Основы зонной теории твердого тела. Энергетические зоны. Приближение квази свободных электронов. Распределение электронов по энергиям в металлах. Невырожденный и сильно вырожденный электронный газ. Контактная разность потенциалов. Основы физики электронной теории твердого тела.

Тема 27. Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Термоэлектронная работа выхода. Зависимость работы выхода от температуры. Влияние электрического поля на термоэмиссию (эффект Шоттки). Распределение термоэлектронов по скоростям. Электронное охлаждение термокатода. Особенности термоэлектронной эмиссии полупроводниковых материалов. Влияние электрического поля на термоэмиссию полупроводников. Термоэлектронная эмиссия.

Тема 28. Уравнение Фаулера-Нордгейма. Термоавтоэлектронная эмиссия. Распределение по энергиям автоэлектронов. Калориметрический эффект Ноттинггама. Автоэлектронная эмиссия из полупроводников. Ее особенности. О пределах применимости формулы Фаулера-Нордгейма Автоэлектронная эмиссия

Тема 29. Основы физики явления. Эрозия катода. Характеристики и применение взрывоэмиссионных катодов. Физические различия явлений автоэлектронной и взрывной эмиссии. Взрывная эмиссия электронов

Тема 30. Основные законы и характеристики фотоэффекта. Теория Фаулера. Закономерности фотоэмиссии металлов. Основы квантово-механической теории фотовозбуждения электронов. Особенности фотоэлектронной эмиссии из полупроводников. Многофотонный фотоэффект. Фотоэлектронная эмиссия из диэлектриков. Эффективные фотокатоды. Фотокатоды с отрицательным электронным средством. О деградации свойств фотокатодов. Трехступенная модель фотоэмиссии. Применение трехступенной модели. Фотоэлектронная эмиссия

Тема 31. Понятие горячих электронов. О методах теоретического исследования горячих электронов. Эмиттеры горячих электронов на основе p-n переходов. Эмиссия электронов из структур металл-диэлектрик-металл и полупроводник-металл. Эмиссия электронов из диспергированных металлических пленок Эмиссия "горячих" электронов

Тема 32. Общие понятия. Разновидности экзоэмиссии. О физике экзоэмиссии. Экзоэлектронная эмиссия.

Тема 33. Основные характеристики явления. Спектр энергий вторичных электронов. Закономерности упруго отраженных электронов. Закономерности не упруго отраженных электронов. Основы теории рассеяния электронов на атомах. Закон торможения первичных электронов. Закономерности истинно-вторичных электронов. Эффективные эмиттеры вторичных электронов. Эмиттеры вторичных электронов с отрицательным электронным средством. Малтеровская эмиссия электронов. Управляемая вторичная электронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия

Тема 34. Основные характеристики явления. Термодинамический вывод уравнения Саха-Ленгмюра. Статистическая теория поверхностной ионизации. Ионизация атомов щелочных металлов на поверхности вольфрама. Температурные пороги явления. Отрицательная поверхностная ионизация. Поверхностная ионизация.

Тема 35. Основы взаимодействия ионов с поверхностью. Потенциальная ионно-электронная эмиссия. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. Основы теории явления. Ионно-электронная эмиссия

Тема 36. Основные характеристики явления. Рассеяние первичных ионов поверхностью. Спектроскопия поверхности медленными ионами. Вторичная ион-ионная эмиссия

Тема 37. Основные характеристики явления. Методы измерения коэффициента катодного распыления. Основы физики распыления. Классификация типов ионного распыления: режим линейных каскадов, режим тепловых пиков. Особенности распыления монокристаллов. Пятна Венеры. Фокусоны. Каналирование и блокирование ионов в кристаллах. Основы физики ионной Катодное распыление

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

7.1. Основная литература:

1. Добрецов Л. Н., Гомоюнова М. В. Эмиссионная электроника. М.: Наука, 1996. 546 с.
2. Фридрихов С. А., Мовнин С. М. Физические основы электронной техники. М.: Наука, 1982. 460 с.
3. Подгорный В. И. Основы физики термоэлектронной эмиссии: Учебное пособие / ПетрГУ. Петрозаводск. 1996. 96 с.
4. Подгорный В. И. Основы физики эмиссионных процессов на поверхности твердых тел. Учебное пособие. ПетрГУ. Петрозаводск. 1998.

7.2. Дополнительная литература:

1. Ненакаливаемые катоды / Под ред. Елинсона М. И. М.: Сов. радио, 1974. 336 с.
2. Бели Р. Л. Эмиттеры с отрицательным электронным средством. М.: Энергия, 1978. 192 с.
3. Елинсон М. И., Васильев Г. Ф. Автоэлектронная эмиссия. М.: Физматгиз, 1958. 272 с.
4. Бронштейн И. М., Фрайман Б. С. Вторичная электронная эмиссия. М.: Наука, 1969. 407 с.
5. Экзоэлектронная эмиссия / Под ред. Кобозева М. И. М.: ИЛ, 1962.
6. Брусиловский Б. А. Кинетическая ионно-электронная эмиссия. М.: Энергоатомиздат, 1990. 184 с.
7. Кортон В. С. и др. Экзоэмиссионный контроль поверхности деталей после термообработки. Киев: Наукова думка, 1986. 176 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Физика электронных и ионных процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 223200.62 "Техническая физика" .

Автор(ы):

Кашапов Н.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.