

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных работников
высшей школы по направлению
«Наноматериалы»
на базе учебного курса

Плазменные и плазмохимические методы получения наноматериалов

(наименование учебного курса)

Цель: Изучить виды электрического разряда в газах. Освоить процессы получения фуллеренов в электродуговом разряде, в тлеющем разряде, в высокочастотном разряде. Изучить технологии нанесения нанопокровтий в магнетронном разряде.

Категория слушателей: преподаватели и научные работники высшей школы

Срок обучения: 36 часов

Форма обучения: с частичным отрывом от работы

Режим занятий: 8 часов в день

Целью данного курса является изучение видов электрического разряда в газах, особенностей физических процессов, протекающих в газовых разрядах, зажигание различных видов электрического разряда в газах, снятие вольт-амперных и других характеристик электрического разряда в газах. Выполнение лабораторных работ по исследованию электродугового разряда, тлеющего разряда, магнетрона, угольной дуги, тиратрона. Освоение процессов получения фуллеренов в электродуговом разряде, в тлеющем разряде, в высокочастотном разряде, освоение процессов выращивания углеродных нанотрубок в электродуговом разряде, в тлеющем разряде. Изучение технологии нанесения нанопокровтий в магнетронном разряде, изучение способов создания многослойных нанопокровтий из металлических и полупроводниковых материалов.

Требования к уровню освоения учебного курса

Преподаватели должны:

- Знать:
 - видов электрического разряда в газах;
 - особенностей физических процессов, протекающих в газовых разрядах.
- Иметь навыки:
 - зажигания различных видов электрического разряда в газах,.
 - снятия вольт-амперных и других характеристик электрического разряда в газах.
 -
- Иметь представление:
 - О процессах получения фуллеренов в электродуговом разряде, в тлеющем разряде, в высокочастотном разряде;

- О процессах выращивания углеродных нанотрубок в электродуговом разряде, в тлеющем разряде;
- О технологии нанесения нанопокровтий в магнетронном разряде, способах создания многослойных нанопокровтий из металлических и полупроводниковых материалов;

Научные работники должны:

- Знать:
 - виды электрического разряда в газах;
 - особенностей физических процессов, протекающих в газовых разрядах.
- Иметь навыки:
 - зажигания различных видов электрического разряда в газах,.
 - снятия вольт-амперных и других характеристик электрического разряда в газах.
 -
- Иметь представление:
 - О процессах получения фуллеренов в электродуговом разряде, в тлеющем разряде, в высокочастотном разряде;
 - О процессах выращивания углеродных нанотрубок в электродуговом разряде, в тлеющем разряде;
 - О технологии нанесения нанопокровтий в магнетронном разряде, способах создания многослойных нанопокровтий из металлических и полупроводниковых материалов;

Учебный курс «Плазменные и плазмохимические методы получения наноматериалов» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного образовательного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике, включая подготовку слушателя к проведению лабораторного практикума. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному посещению лаборатории в Казанском государственном техническом университете им. А.Н.Туполева.

В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены физические основы электрических разрядов в газах, особенности физических процессов, протекающих в газовых разрядах, условия зажигания различных видов электрического разряда в газах. снятие вольт-амперных и других характеристик электрического разряда в газах. Теоретическая часть учебного курса состоит из пяти лекций:

Лекция 1: Установившийся ток в высоком вакууме

Движение носителя заряда во внешнем поле

Элементарный ток при движении одной заряженной частицы

Ток заряженных частиц в вакууме в отсутствие заметных объемных зарядов

Ток в вакууме при наличии объемных зарядов

Поперечные действия собственных полей тока в вакууме

Несамостоятельный ток в газе. Несамостоятельные токи без ионизационного усиления

Лекция 2: Токи при слабой объемной ионизации

Сильная объемная ионизация, вызывающая искажение электрического поля

Ток, поступающий в газ через заданную поверхность

Биполярный ток носителей, поступающих в промежуток извне

Несамостоятельные токи с ионизационным усилением

Коэффициенты ионизации электронными ударами α и γ

Усиление электронными ударами. Случай однородного поля

Лекция 3: Усиление несамостоятельного тока электронными и ионными процессами

Усиление тока электронными и фотонными процессами

Положительный столб электрической дуги высокого давления

Состояние плазмы в дуге высокого давления

Степень ионизации и функция распределения электронов

Лекция 4: Характеристики положительного столба

Положительный столб дуги, стабилизированной стенками

Положительный столб электрической дуги, стабилизированной потоком газа

Тлеющий разряд

Общее описание тлеющего разряда

Основные теории катодных частей тлеющего разряда

Нормальный тлеющий разряд

Аномальный тлеющий разряд

Отрицательное тлеющее свечение и фарадеево темное пространство

Лекция 5: Процессы получения фуллеренов в электродуговом разряде

Процессы получения фуллеренов в тлеющем разряде

Процессы получения фуллеренов в высокочастотном разряде

Процессы выращивания углеродных нанотрубок в электродуговом разряде

Процессы выращивания углеродных нанотрубок в тлеющем разряде

Технологии нанесения нанопокровов в магнетронном разряде

Плазменные способы создания многослойных нанопокровов.

Очная (экспериментальная) часть учебного курса заключается в лабораторном изучении различных видов разрядов в газах и нанотехнологий с их применением. Основные задания на лабораторный практикум:

- Провести эксперимент по изучению электрической дуги между двумя угольными разрядами;
- Провести эксперимент по изучению Тлеющего разряда;
- Провести эксперимент по исследованию электродуговых плазмотронов;
- Получение нанопокровов в магнетронном устройстве
- Получение фуллеренов

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 18 часов соответственно. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Учебно-тематический план

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов на контрольные	Очный практикум или другое практическое задание	

			ем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	вопросы		
	«Плазменные и плазмохимические методы получения наноматериалов»	36 ч.	18 ч.	6 ч.	12 ч.	Контрольные вопросы (электронная зачётка) Реферат
1.	Лекция 1: Установившийся ток в высоком вакууме Движение носителя заряда во внешнем поле Ток в вакууме при наличии объемных зарядов Несамостоятельный ток в газе.		3.2 ч.	1.2 ч.		
2.	Лекция 2: Несамостоятельные токи с ионизационным усилением Коэффициенты ионизации электронными ударами α и β Случай однородного поля Случай неоднородного поля		3.2 ч.	1.2 ч.		
3.	Лекция 3: Усиление несамостоятельного тока электронными и ионными процессами Состояние плазмы в дуге высокого давления Степень ионизации и функция распределения электронов		3.2 ч.	1.2 ч.		
4.	Лекция 4: Характеристики положительного столба. Тлеющий разряд Основные теории катодных частей тлеющего разряда Нормальный тлеющий разряд Аномальный тлеющий разряд Отрицательное тлеющее свечение и фарадеево темное пространство		3.2 ч.	1.2 ч.		
5	Лекция 5: Процессы получения фуллеренов и нанотрубок в электрическом разряде Технологии нанесения нанопокровов в магнетронном разряде		3.2	1.2		
Итоговый контроль				Контрольные	Реферат	

			вопросы (электрон ная зачётка)		
--	--	--	---	--	--

**Список литературы (основной и дополнительной),
а также других видов учебно-методологических материалов и пособий, необходимых
для изучения (конспектов лекций, видеолекций, лазерных дисков и др.).**

**Список литературы
и др. дополнительных источников информации в кол-ве – 4.**

1.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. В.Л.Грановский. Электрический ток в газе. Установившийся ток. Наука, Москва, 1971 г. 544 с.

2. Ю.П.Райзер. Физика газового разряда. Наука 1987 г.

3. Г.Ю.Даутов, Б.А.Тимеркаев. Генераторы неравновесной газоразрядной плазмы. ФЭН, 1996 г. 200 с.

б) дополнительная литература:

1 Ф.А.Сальянов. Основы физики низкотемпературной плазмы, плазменных аппаратов и технологий. Москва.Наука-физматлит.1997 г. 240 с.