

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Плазменные технологии

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

Курс: 1, семестр : 1

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	20
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	2
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	
10	Самостоятельная работа, час.	52
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

ФГОС введен в действие приказом №913 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 03.04.02 Физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭФУиУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Полосаткин С. В.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Бурдаков А. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Бурдаков А. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.6 способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе; в части следующих результатов обучения:
з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности
у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта; в части следующих результатов обучения:
у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Плазменные технологии</i>	
ПК.1.у1 иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности	
1.иметь представление о современных плазменных технологиях	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.з3 понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	
2.О назначении и принципах работы плазменных технологий	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.6.у4 иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	
3.рассчитывать параметры плазменных потоков, необходимых для решения различных технологических задач	Лекции; Самостоятельная работа
4.оценки скоростей элементарных процессов в газоразрядной плазме и поверхностных процессов.	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Пплазменные технологии				
1. Физические основы плазменно-пучковых технологий. Объемные и поверхностные процессы при взаимодействии заряженных и ней-тральных частиц с плазмой и поверхностями различных материалов.	0	2	1, 2	
2. Получение потоков плазмы и формирование пучков заряженных частиц.	0	2	1, 2, 3	

3. Плазменные технологии на основе газоразрядных систем: тлеющий разряд, разряды в магнитном поле. Разделение по изотопам и группам. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление.	0	2	1, 2, 3	
4. Плазменные технологии на основе дуговых и коронных разрядов. Электрометаллургия. Модификация поверхности.	0	2	1, 2, 3	
5. Плазменные технологии на основе ВЧ и СВЧ разрядов. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление.	0	1	1, 2, 3	
6. Плазменные технологии на основе термодинамически-неравновесных процессов. Лазеры. Термоэмиссионные преобразователи.	0	1	1, 2	
Дидактическая единица: Пучковые технологии				
7. Пучковые технологии: диагностика поверхности (электронная микроскопия, Оже-спектроскопия, растровый и туннельный микроскоп, ионная микроскопия, ВИМС)	1	1	1, 2	Лекция-дискуссия с приглашенным экспертом по электронной микроскопии
8. Пучковые технологии: плазменные пушки и плазменные ускорители, электроракетные двигатели.	0	2	1, 3, 4	
9. Пучковые технологии: электронные пучки и их применения (ЭЛТ, модификация свойств материалов)	0	2	1, 2	
10. Пучковые технологии: ионные пучки и их применения (модификация свойств материалов, нанесение покрытий, разделение изотопов)	0	2	1, 2, 3	
11. Современное состояние плазменно-пучковых технологий - технологий для "нанонаук" (нанoeлектроника, наномеханика...)	1	1	1, 2	Лекция-дискуссия с приглашенным экспертом по нанотехнологиям

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Подготовка к занятиям	2, 4	18	0

: Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gell.rar Спецглавы физики. Физика газового разряда : методические указания к лабораторным работам для 2 курса РЭФ дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Б. Беркин]. - Новосибирск, 2008. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3579.rar				
2	Дополнительная учебная деятельность	2	18	4
Подготовка доклада по плазменным или пучковым технологиям: Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gell.rar Спецглавы физики. Физика газового разряда : методические указания к лабораторным работам для 2 курса РЭФ дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Б. Беркин]. - Новосибирск, 2008. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3579.rar				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	16	2
: Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталева, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gell.rar Спецглавы физики. Физика газового разряда : методические указания к лабораторным работам для 2 курса РЭФ дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Б. Беркин]. - Новосибирск, 2008. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3579.rar				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Личный типовой сайт

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 1	
<i>Лекция:</i>	80
<i>Зачет:</i>	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
			Зачет
ОПК.6	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности		+
	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач		+
ПК.1	у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Баранников А. А. Основные концепции современной физики : учебное пособие для вузов / А. А. Баранников, А. В. Фирсов. - М., 2009. - 348, [1] с.
2. Аброян И. А. Физические основы электронной и ионной технологии : Учеб. пособие для спец. электрон. техники вузов / Аброян И. А. , Андронов А. Н. , Титов А. И. - М., 1984. - 320 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Данилин Б. С. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов / Б. С. Данилин, В. Ю. Киреев. - М., 1987. - 263 с. : ил., табл.
2. Ивановский Г. Ф. Ионно-плазменная обработка материалов / Г. Ф. Ивановский, В. И. Петров. - М., 1986. - 230, [1] с. : ил.
3. Броудай И. Физические основы микротехнологии / И. Броудай, Дж. Мерей ; пер. с англ. В. А. Володина, В. С. Першенкова, Б. И. Подлепецкого под ред. А. В. Шальнова. - М., 1985. - 494 с. : табл., схемы
4. Данилин Б. С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок / Б. С. Данилин. - М., 1989. - 326, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Геллер В. М. Спецглавы физики: генераторы низкотемпературной плазмы : учебное пособие / В. М. Геллер, В. А. Хрусталеv, С. А. Чипурнов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 33, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/2008_gell.rar

2. Спецглавы физики. Физика газового разряда : методические указания к лабораторным работам для 2 курса РЭФ дневного и заочного отделений / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Б. Беркин]. - Новосибирск, 2008. - 41, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/3579.rar>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Проведение лекционных занятий

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрофизических установок и ускорителей

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф.-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Плазменные технологии

Образовательная программа: 03.04.02 Физика, магистерская программа: Экспериментальная физика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Плазменные технологии приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.6/НИС способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	з3. понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности	Дидактическая единица:1 Плазменные технологии 1.1 Физические основы плазменно-пучковых технологий. Объемные и поверхностные процессы при взаимодействии заряженных и нейтральных частиц с плазмой и поверхностями различных материалов. 1.2 Получение потоков плазмы и формирование пучков заряженных частиц. 1.3 Плазменные технологии на основе газоразрядных систем: тлеющий разряд, разряды в магнитном поле. Разделение по изотопам и группам. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 1.4 Плазменные технологии на основе дуговых и коронных разрядов. Электрометаллургия. Модификация поверхности. 1.5 Плазменные технологии на основе ВЧ и СВЧ разрядов. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 1.6 Плазменные технологии на основе термодинамически-неравновесных процессов. Лазеры. Термоэмиссионные преобразователи. 2.7 Пучковые технологии: диагностика поверхности (электронная микроскопия, Оже-спектроскопия, растровый и туннельный микроскоп, ионная микроскопия, ВИМС) 2.9 Пучковые технологии: электронные пучки и их применения (ЭЛТ, модификация свойств материалов) Дидактическая единица:2 Пучковые технологии 2.10 Пучковые технологии: ионные пучки и их применения (модификация		Зачет, вопросы тестов 1 -10.

		свойств материалов, нанесение покрытий, разделение изотопов) 2.11 Современное состояние плазменно-пучковых технологий - технологий для "нанонаук" (наноэлектроника, наномеханика)		
ОПК.6/НИС	у4. иметь навыки практического использования методов физики для решения практических задач	Дидактическая единица:1 Плазменные технологии 1.2 Получение потоков плазмы и формирование пучков заряженных частиц. 1.3 Плазменные технологии на основе газоразрядных систем: тлеющий разряд, разряды в магнитном поле. Разделение по изотопам и группам. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 1.4 Плазменные технологии на основе дуговых и коронных разрядов. Электрометаллургия. Модификация поверхности. 1.5 Плазменные технологии на основе ВЧ и СВЧ разрядов. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 2.8 Пучковые технологии: плазменные пушки и плазменные ускорители, электроракетные двигатели. Дидактическая единица:2 Пучковые технологии 2.10 Пучковые технологии: ионные пучки и их применения (модификация свойств материалов, нанесение покрытий, разделение изотопов)		Зачет, вопросы тестов 1 -5.
ПК.1/НИС способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	у1. иметь представление о современной технике и технологиях в области профессиональной деятельности	Дидактическая единица:1 Плазменные технологии 1.1 Физические основы плазменно-пучковых технологий. Объемные и поверхностные процессы при взаимодействии заряженных и нейтральных частиц с плазмой и поверхностями различных материалов. 1.2 Получение потоков плазмы и формирование пучков заряженных частиц. 1.3 Плазменные технологии на основе газоразрядных систем: тлеющий разряд, разряды в магнитном поле. Разделение по изотопам и группам. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 1.4 Плазменные технологии на основе дуговых и коронных разрядов. Электрометаллургия.		Зачет, вопросы тестов 1 -10.

		Модификация поверхности. 1.5 Плазменные технологии на основе ВЧ и СВЧ разрядов. Плазмохимические реакторы. Вакуумно-плазменное нанесение покрытий, травление. 1.6 Плазменные технологии на основе термодинамически-неравновесных процессов. Лазеры. Термоэмиссионные преобразователи. 2.7 Пучковые технологии: диагностика поверхности (электронная микроскопия, Оже-спектроскопия, растровый и туннельный микроскоп, ионная микроскопия, ВИМС) 2.8 Пучковые технологии: плазменные пушки и плазменные ускорители, электроракетные двигатели. 2.9 Пучковые технологии: электронные пучки и их применения (ЭЛТ, модификация свойств материалов) Дидактическая единица: 2 Пучковые технологии 2.10 Пучковые технологии: ионные пучки и их применения (модификация свойств материалов, нанесение покрытий, разделение изотопов) 2.11 Современное состояние плазменно-пучковых технологий - технологий для "нанонаук" (наноэлектроника, наномеханика)		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС.

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.6/НИС, ПК.1/НИС, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или

выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Плазменные технологии», 1 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по тестам. Каждый вариант теста включает в себя 10 вопросов с вариантами ответа. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Пример теста для зачета

1. При какой минимальной энергии налетающего электрона может происходить ионизация атома водорода электронным ударом
 1. 13,6 эВ
 2. $13,6 \text{ эВ} \cdot m_p/m_e$
 3. $13,6 \text{ эВ} \cdot (m_p/m_e)^{0.5}$

m_e – масса электрона
 m_p – масса протона
2. Скорость тройной рекомбинации в плазме пропорциональна
 1. Концентрации электронов плазмы
 2. Концентрации электронов плазмы в квадрате
 3. Концентрации электронов плазмы в третьей степени
3. При корональном ионизационном равновесии в плазме скорости тройной рекомбинации и фоторекомбинации
 1. Сравнимы по величине
 2. Скорость фоторекомбинации много больше скорости тройной рекомбинации
 3. Скорость фоторекомбинации много меньше скорости тройной рекомбинации
4. В каком спектральном диапазоне **отсутствуют** полосы поглощения молекулярного кислорода
 1. Инфракрасное излучение
 2. Видимое излучение
 3. Ультрафиолетовое излучение
 4. Рентгеновское излучение
5. При ограничении эмиссии электронов с катода пространственным зарядом ток эмиссии
 1. Пропорционален напряжению на ускоряющем зазоре
 2. Экспоненциально растет с напряжением на зазоре
 3. Пропорционален напряжению в степени $3/2$
6. В тлеющем разряде эмиссия электронов с катода происходит вследствие
 1. Автоэлектронной эмиссии
 2. Термоэлектронной эмиссии
 3. Вторичной электронной эмиссии

7. Протоны с энергией в 1 МэВ в твердом теле в основном теряют энергию вследствие
 1. Ионизационных потерь
 2. Разрушения кристаллической решетки
 3. Генерации тормозного излучения
8. Для обнаружения микровключений элементов с большим атомным номером с помощью сканирующего электронного микроскопа используется
 1. Режим регистрации вторичных электронов
 2. Режим регистрации рассеянных электронов
9. При рентгеноспектральном анализе используется
 1. Характеристическое излучение
 2. Тормозное излучение
10. В методе ВИМС регистрируются
 1. Ионы
 2. Электроны
 3. Фотоны

2. Критерии оценки

- Ответ на тест для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент ответил верно на 4 и меньше вопросов теста, оценка составляет *5 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент ответил верно на 6 вопросов теста, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент ответил верно на 8 вопросов теста, оценка составляет *15 баллов*.
- Ответ на тест для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент ответил верно на 10 вопросов теста, оценка составляет *20 баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Плазменные технологии»

1. При какой минимальной энергии налетающего электрона может происходить ионизация атома водорода электронным ударом
2. Скорость тройной рекомбинации в плазме пропорциональна
3. При корональном ионизационном равновесии в плазме скорости тройной рекомбинации и фоторекомбинации
4. В каком спектральном диапазоне отсутствуют полосы поглощения молекулярного кислорода
5. При ограничении эмиссии электронов с катода пространственным зарядом ток эмиссии
6. В тлеющем разряде эмиссия электронов с катода происходит вследствие
7. Протоны с энергией в 1 МэВ в твердом теле в основном теряют энергию вследствие
8. Для обнаружения микровключений элементов с большим атомным номером с помощью сканирующего электронного микроскопа используется
9. При рентгеноспектральном анализе используется
10. В методе ВИМС регистрируются
11. При какой энергии сечение ионизации атома водорода, вычисленное по формуле Томсона, достигает максимума

12. Скорость фоторекомбинации в плазме пропорциональна
13. При локальном термодинамическом ионизационном равновесии в плазме скорости тройной рекомбинации и фоторекомбинации
14. В каком спектральном диапазоне отсутствуют спектральные линии излучения атомарного водорода
15. Плотность тока термоэлектронной эмиссии
16. В положительном столбе тлеющего разряда направленная скорость движения электронов
17. При инжекции протонов с энергией 1 МэВ в твердое тело распределение затормозившихся протонов
18. Для обнаружения пустот и трещин на глубине 1 мкм под поверхностью образца с помощью сканирующего электронного микроскопа используется
19. Характеристическое излучение возникает
20. В методе ВИМС элементный состав определяется