



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Приборы электронной оптики

Кафедра физической электроники

Образовательная программа

03.04.02-Физика

Профиль подготовки: **Физика плазмы**

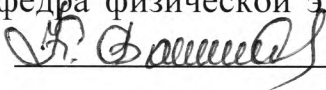
Уровень высшего образования: **Магистратура**

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **вариативная** (по выбору)

Махачкала, 2020 год

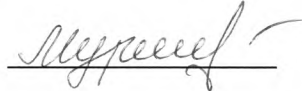
Рабочая программа дисциплины «Приборы электронной оптики» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика (уровень: магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки от «28» августа 2015 г. № 913.

Разработчик: кафедра физической электроники, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от « 21 » 02 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой  Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 26 » 03 2020 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А. Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Приборы электронной оптики» входит в *вариативную по выбору* часть образовательной программы *магистратуры* по направлению 03.04.02- Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете, кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципом работы, устройством приборов электронной оптики. Можно назвать основные: электронно-осциллографическая трубка, передающая телевизионная трубка, ЭОП, электронный микроскоп, электронно-лучевые коммутаторы, приборы СВЧ-электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных - ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме - *контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, 108 ч в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
	Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	108	20	8		12			52+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины (модуля) приборы электронной оптики являются ознакомление студентов особенностями и принципом действия как существующих, так и вновь разрабатываемых приборов электронной оптики, главными результатами достигнутыми в этой области.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры.

Данная дисциплина Приборы электронной оптики входит в вариативную по выбору часть образовательной программы по направлению 03.04.02

Физика.

Для освоения данной дисциплины необходимо знать теоретическую основу т.е. дисциплину электронной оптики, а также атомную физику (Раздел движение в электрических и магнитных полях.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	Знать: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики; • современные проблемы и новейшие достижения физики в научно-исследовательской работе Уметь: • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики; использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач на практике; • применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин. Владеть: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и

		теоретической информации в области физики газового разряда; • некоторыми физическими методами исследования при решении практических задач на практике; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики;
ПК-1	способностью 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	Знать: • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач на практике;. Уметь: • анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеть: • навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; • навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практически е занятия	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1.								
1	Основные элементы электронно-лучевых приборов. Фокусирующие устройства.	2		1	2			4	семинарское занятие
2	Отклоняющие устройства	2		1				4	
3	Люминесцентные экраны	2		1				4	
4	Осциллографические эл-лучевые трубки	2		1				4	
5	Приемные телевизионные трубки	2			2			4	
6	Передающие телевизионные трубки	2			2			3	
7	ЭОПы и усилители света	2						3	Контрольная работа
	Итого по модулю 1:			4	6			26	
8	Электронный микроскоп	2		1	2			6	
9	Ускорители заряженных частиц	2		1				6	
10	Приборы СВЧ-электроники. Клистрон, магнетрон.	2		1	2			7	
11	Массанализаторы	2		1	2			7	Контрольная работа
	Итого по модулю 2:			4	6			26	
	Экзамен							36	
	...Итого			8	10			90	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Модуль I

Тема 1. Основные элементы электронно-лучевых приборов. Фокусирующие устройства. Формирование пучка в электронной пушке. Первая линза электронной пушки, параметры скрещения (кроссовера). Вторая линза электронной пушки, параметры пятна на экране. Практические конструкции электронных пушек. Пушка с нулевым током первого анода. Работа катода в электронной пушке. Электростатический и магнитный варианты электронных пушек.

Тема 2. Отклоняющие устройства. Основные требования предъявляемые к отклоняющим устройствам. Электростатическое отклонение электронных пучков. Магнитное отклонение электронных пучков. Искажения при электростатическом и магнитном отклонениях. Конструкция отклоняющих систем.

Тема 3. Люминесцентные экраны. Требования предъявляемые к катодолуминофорам, их основные свойства, характеристики. Основные группы люминофоров применяемых для изготовления экранов. Электрические характеристики экранов, контраст изображения на люминесцирующем экране. Выгорание экранов.

Тема 4. Основные классы электронно-лучевых приборов. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Конструктивные особенности, основные параметры: разрешающая способность, чувствительность, скорость записи, частотная характеристика.

Тема 5. Приемные телевизионные трубки (кинескопы). Основные параметры, конструктивные особенности. Проекционные кинескопы. Кинескопы для цветного телевидения. Электронно-оптическая схема кинескопа с теневой маской.

Модуль 2.

Тема 6. Передающие телевизионные приборы. Основные характеристики. Иконоскоп. Супериконаскоп. Ортикон. Суперортикон. Передающий прибор с внутренним фотоэффектом (видеокон).

Тема 7. Электронно-оптические преобразователи и усилители яркости изображения. Основные параметры: разрешающая способность, чувствительность, коэффициент преобразования лучистой энергии. Расчет пороговой чувствительности ЭОП. Многокамерные ЭОП. Рентгеновский ЭОП. Усилитель света основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел.

Тема 8. Электронный микроскоп. Принцип работы и ограничения светового микроскопа. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Разрешающая способность электронного микроскопа. Магнитный и электростатический варианты просвечивающего электронного микроскопа. Другие типы электронных микроскопов: растровый, эмиссионный, отражательный.

Тема 9. Ускорители заряженных частиц. Классификация ускорителей. Циклические резонансные ускорители. Циклотрон, фазатрон, синхротрон.

Синхрофазатрон. Индукционные ускорители. Бетатрон. Линейные резонансные ускорители. Максимальная энергия достижимая с помощью ускорителей.

Тема 10. Приборы СВЧ-электроники. Принцип скоростной модуляции. Клистроны. Магнетроны. Лампа бегущей волны. Лампа обратной волны.

Тема 11. Массанализаторы. Статический массанализатор с однородным магнитным полем. Динамические массанализаторы. Омеготрон. Расчет разрешающей силы массанализатора системы Демпстера.

Темы практических занятий.

Тема т ический пл ан

Тема 1. Основная задача электронной оптики.

Тема 2. Методы расчета и экспериментального исследования электрических и магнитных полей.

Тема 3. Движение электронов в осесимметричных электрических и магнитных полях.

Тема 4. Электронные линзы.

Тема 5. Интенсивные пучки.

Тема 6. Основные элементы электронно-лучевых приборов.

Тема 7. Основные классы электронно-лучевых приборов.

Лабораторные работы (лабораторный практикум)

Лабораторные занятия по дисциплине программой не предусмотрены.

5. Образовательные технологии:

Наглядные пособия (осциллографические электронно-лучевые трубки, кинескопы, передающие телевизионные трубки, электронно-оптические преобразователи и усилители, электронный микроскоп, плакаты).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

- Методические указания для студентов.

- Методические указания к курсу лекций по электронной оптике.

Махачкала, ДГУ, 1987.

- Методические указания к проведению практических занятий по электронной оптике. Махачкала, ДГУ, 1989.

- Задания по самостоятельной работе.

- Задача 20 [8]. Расчет режима и размеров циклотрона.

- Задача 21 [8]. Вычисление предельной энергии, достигаемой частицами в циклотроне.

№ Нет

- Задача 6 [9]. Система электростатического отклонения в электронно- лучевой трубке. Вывод формулы и расчет чувствительности к электростатическому отклонению.
- Задача 11 [9]. Определение и расчет чувствительности к магнитному отклонению электронно-лучевой трубки.
- Задачи 2,8 [9]. Из упражнения [9].
- Написание реферата по теме «Запоминающие электронно-лучевые трубки» [1] С. 291-308.
- Задача 7 [8]. Расчет разрешающей силы масс-спектрометра Демпстера.
- Задача 12 [8]. Расчет радиочастотного масс-спектрометра.
- Задача 22 [8]. Ускорение электронов в бетатроне.

Тематика курсовых работ

- Электронный микроскоп просвечивающего типа.
- Электронно-оптические преобразователи и усилители света.
- Приемные телевизионные приборы.
- Передающие телевизионные приборы.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	Знать: • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики; • современные проблемы и новейшие достижения физики в научно- исследовательской работе Уметь: • понимать, излагать и	Устный опрос, письменный опрос

№ Нет

		критически анализировать базовую информацию в области физики; использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач на практике; • применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин. Владеть: • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики газового разряда; • некоторыми физическими методами исследования при решении практических задач на практике; • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики;	
ПК-1	способностью 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	Знать: • слушать и конспектировать лекции, а также самостоятельно добывать знания по изучаемой дисциплине; • критически анализировать и излагать получаемую на семинарских занятиях информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами; применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях и при решении конкретных задач на практике; Уметь :	Письменный опрос

№ Нет

		• анализировать устройство используемых ими приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники. Владеть: • навыками применения на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований; • навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;	
--	--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Во просы к экзамену.

1. Основные элементы электронно-лучевых приборов и их назначение.
2. Формирование пучка в электронной пушке. Основные требования предъявляемые к электронной пушке. Ход лучей в электронной пушке.
3. Первая линза электронной пушки. Параметры скрещения. Вторая линза электронной пушки. Параметры пятна.
4. Практические конструкции электронных пушек. Схема электронной пушки с нулевым током первого анода.
5. Работа катода в электронной пушке.
6. Отклоняющие системы. Основные требования.
7. Закономерности электростатического отклонения.
8. Закономерности магнитного отклонения.
9. Искажения при электростатическом отклонении.
10. Искажения при магнитном отклонении.
11. Люминесцирующие экраны. Явление катодolumинесценции.

№ Нет

12. Требования, предъявляемые к катодолюминофорам, их основные свойства и характеристики.

13. Основные группы люминофоров, применяемых в электронно-лучевых приборах.

14. Электрические характеристики экранов. Коэффициент вторичной электронной эмиссии. Первый и второй критические потенциалы.

15. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Конструктивные элементы.

16. Основные параметры осциллографических электронно-лучевых трубок (чувствительность, разрешающая способность, скорость записи).

17. Основной принцип передачи телевизионного изображения.

Иконоскоп. Супериконоскоп.

18. Ортыкон, суперортыкон, видикон.

19. Кинескопы (проекционный, цветной).

20. Электронно-оптические преобразователи и усилители света. Основные элементы, их назначения.

21. Параметры ЭОП. Расчет пороговой чувствительности.

22. Многокамерные ЭОП (Рентгеновский усилитель света).

23. Усилитель света, основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел.

24. Принцип работы, ограничение светового микроскопа.

25. Принцип работы электронного микроскопа просвечивающего типа.

26. Разрешающая способность электронного микроскопа.

27. Электростатический и магнитный варианты электронного микроскопа.

28. Типы электронных микроскопов.

29. Ускорители. Классификация ускорителей.

30. Бетатрон. Условие Видерое.

31. Циклические резонансные ускорители. Циклотрон. Фазатрон. Принцип автофазировки.

32. Линейный резонансный ускоритель.

33. Принцип скоростной модуляции. Клистрон.

34. Магнетрон. Принцип работы. Устройство, параметры.

35. Лампа бегущей волны (ЛБВ).

Примерные тесты

Вопрос 1. Ниже перечислены области системы формирования интенсивных пучков, какая из этих областей может отсутствовать?

1. Переходная область между электронной пушкой и пролетным каналом
2. Пролетный канал

№ Нет

3. Электронная пушка
4. Приемник электронного пучка

Вопрос 2. Каковы причины возникновения хроматической аберрации?

1. Разброс электронов по скоростям
2. Дифракция электронов
3. Нарушение осевой симметрии поля
4. Взаимодействие электронов в пучке.

№вопрос 1

Как будет отображаться точечный объект квадрупольной линзой?

№ Да

Отрезком прямой

№ Нет

Точкой

№ Нет

Кругом

№ Нет

Эллипсом.

№блок=2

№вопрос 2

Как уменьшить искажения при магнитном отклонении?

№ Да

Уменьшить апертуру пучка

№ Нет

Уменьшить величину магнитного поля

№ Да

Уменьшить угол отклонения

№ Да

Увеличить ускоряющее напряжение

№вопрос 2

Что из себя представляют большинство практически используемых катодолуминофоров?

№ Да

Полупроводники примесные

№ Нет

Проводники

№ Да

Диэлектрики

№ Нет

Сегнетоэлектрики

№вопрос 2

Какие из указанных факторов влияют на разрешающую способность

№ Нет

осциллографической трубки?

№ Да

Величина aberrаций электронных линз

№ Нет

Площадь эмитирующей поверхности катода

№ Да

Структура и толщина экрана

№ Да

Ускоряющее напряжение

№вопрос 2

От чего зависит качество электронно-лучевой трубки?

№ Да

Удельной чувствительности

№ Нет

Чувствительности

№ Да

Разрешающей способности

№ Да

Долговечности работы катода

№вопрос 2

От чего зависит чувствительность электростатического отклонения электронно-лучевой трубки?

№ Да

От ускоряющего напряжения

№ Нет

От массы электрона

№ Да

От длины пластин и расстояния между пластинами

№ Нет

От заряда электрона.

№вопрос 2

Как можно уменьшить искажения при электростатическом отклонении электронного пучка?

№ Да

Использовать симметричную схему подачи напряжения на отклоняющие пластины

№ Нет

Использовать несимметричную схему подачи напряжения на отклоняющие пластины

№ Да

Уменьшить угол отклонения

№ Нет

№ Нет

Уменьшить площадь пластины отклоняющей системы.

№вопрос 2

От чего зависит чувствительность магнитного отклонения электронно-лучевой трубки?

№ Да

От ускоряющего напряжения

№ Нет

От величины магнитного поля

№ Да

От заряда электрона

№ Нет

От тока пучка

№ Да

От массы электрона

№вопрос 2

В чем преимущество ортископа над иконоскопом?

№ Да

Имеет большую чувствительность

№ Нет

Имеет большую разрешенную способность

№ Да

Автоматически воспроизводит уровень черного

№ Нет

Хорошо работает при высоких освещенностях объекта

№вопрос 2

Какое из указанных факторов влияет на коэффициент преобразования лучистого потока?

№ Да

Чувствительность фотокатода

№ Нет

Площадь фотокатода

№ Да

Ускоряющее напряжение

№ Да

Эффективность экрана

№вопрос 2

Какие конструктивные особенности имеет рентгеновский усилитель света по сравнению с обычным усилителем?

№ Да

Большой диаметр входного фотокатода

№ Нет

Камеры рентгеновского усилителя одинаковы

№ Нет

№ Да

Наличие стеклянной перегородки для преобразования рентгеновского изображения в электронное

№ Нет

Наличие стекло-волоконной перегородки между камерами

№вопрос 2

Как можно изменить спектральные характеристики катодолуминофора?

№ Да

Путем термической обработки

№ Нет

Алюминиевым покрытием

№ Да

Путем удаления примесей и дефектов

№ Да

Путем механической обработки

№вопрос 2

Для чего экраны электронно-лучевых приборов алюминуют?

№ Да

Для увеличения яркости и контрастности изображения

№ Нет

Для защиты экраны от удара электронов

№ Да

Для увеличения разрешающей способности

№ Да

Для защиты люминофора от удара положительных ионов

№вопрос 2

Какие пушки применяются в осциллографических трубках?

№ Да

Электростатические пушки

№ Нет

Магнитные пушки

№ Да

Двухлинзовые пушки

№ Нет

Пушки Пирса

№вопрос 2

Какие требования предъявляются к электронному прожектору?

№ Да

Электронно-оптическая система должна обеспечивать в плоскости приемника возможно меньшее сечение электронного пучка и большую плотность тока

№ Нет

№ Нет

Электронно-оптическая система прожектора должна обеспечивать в плоскости приемника большую плотность тока

№ Да

Элементы прожектора должны изготавливаться из неферромагнитных металлов

№ Нет

Электронно-оптическая система прожектора должна обеспечивать в плоскости приемника не большое сечение

№вопрос 2

Какой из указанных металлов используется в качестве активатора в люминофорах?

№ Да

Серебро

№ Нет

Алюминий

№ Да

Марганец

№ Нет

Медь

№вопрос 2

От чего зависит радиус пятна на экране прожектора?

№ Да

От показателей преломления в области катода и в области изображения

№ Нет

От энергии электронов

№ Да

От радиуса скрещения

№ Да

От углов схождения электронного луча в области катода и в области изображения

№вопрос 2

Чем отличается электростатическая пушка от магнитной?

№ Да

У электростатической пушки первая и вторая линзы электростатические

№ Нет

У электростатической пушки ток пучка больше

№ Да

Работа электростатической пушки не требует затраты мощности

№ Нет

Электростатическая пушка требует стабилизации напряжения

№вопрос 2

Какие требования предъявляются к люминофорам, используемым для

№ Нет

изготовления экранов?

№ Да

Высокая физико-химическая стойкость

№ Нет

Изменение свойств при измельчении до размеров нескольких микрон

№ Да

Хорошие вторично-эмиссионные свойства

№ Да

Хорошо обезгаживаются

№вопрос 2

Какой из указанных процессов присутствует в ортиконе?

№ Да

Вторичная эмиссия

№ Нет

Вторичное электронное умножение

№ Да

Фотоэмиссия

№ Да

Термоэлектронная эмиссия

№вопрос 2

Какой из указанных факторов является характерным для современных кинескопов?

№ Да

Алюминирование экранов

№ Нет

Электростатические отклоняющие системы

№ Да

Электростатические пушки

№ Да

Высокие анодные напряжения

№вопрос 2

Какой из указанных элементов не является характерным как для черно-белого, так и для цветного кинескопа?

№ Да

Магнитная отклоняющая система

№ Нет

Магнит коррекции синего

№ Да

Высокие ускоряющие напряжения

№ Нет

Магнит чистоты цвета

№вопрос 2

№ Нет

Какой из указанных элементов не присутствует в иконоскопе?

№ Да

Фотокатод

№ Нет

Сигнальная пластина

№ Да

Фокусирующая катушка

№ Да

Стекловолоконная перегородка

№вопрос 2

В чем преимущество ортикана над иконоскопом?

№ Да

Принцип накопления заряда в ортиконе используются на сто процентов

№ Нет

Ортикон может работать при высоких уровнях освещенности

№ Да

Большая чувствительность

№ Нет

Характеристика сигнал – свет в ортиконе линейна

№блок 3

№кейс

№вопрос 1

На рис. 1 представлена схема электростатической линзы. Потенциал катода $U=0$, сеточной диафрагмы $U_c = 100$ В, анодной диафрагмы $U_a=1000$ В. Расстояние от катода К до сеточной диафрагмы $d_1=0,5$ мм, от сеточной до анодной диафрагмы $d_2= 1$ мм. Напряженность поля слева от сеточной диафрагмы E_1 , справа E_2 . Напряженность поля справа от анодной диафрагмы E_3 .

Тип линзы:

№ Да

Эмиссионный объектив

№ Нет

Одиночная линза

№ Нет

Эмиссионная линза

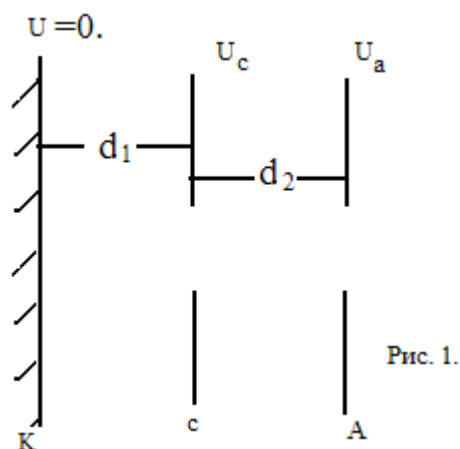
№ Нет

Отдельная диафрагма

№ Кейс

№вопрос 1

На рис. 1 представлена схема электростатической линзы. Потенциал катода $U=0$, сеточной диафрагмы $U_c = 100$ В, анодной диафрагмы $U_a=1000$ В. Расстояние от катода К до сеточной диафрагмы $d_1=0,5$ мм, от сеточной до



$$\frac{1}{f_c} = \frac{E_1 - E_2}{4U_c}; \frac{1}{f_a} = \frac{E_2 - E_3}{4U_a}.$$

№ Нет

анодной диафрагмы $d_2 = 1$ мм. Напряженность поля слева от сеточной диафрагмы E_1 , справа E_2 . Напряженность поля справа от анодной диафрагмы E_3 . Тип линзы:

№ Да

Для увеличения первеанса пучка и уменьшения токовой нагрузки катода

№ Нет

Для уменьшения токовой нагрузки катода

№ Нет

Для получения параллельного электронного пучка

№ Нет

Для увеличения первеанса пучка

№ Кейс

№вопрос 1

На рис. 1 представлена схема электростатической линзы. Потенциал катода $U=0$, сеточной диафрагмы $U_c = 100$ В, анодной диафрагмы $U_a = 1000$ В. Расстояние от катода К до сеточной диафрагмы $d_1 = 0,5$ мм, от сеточной до анодной диафрагмы $d_2 = 1$ мм. Напряженность поля слева от сеточной диафрагмы E_1 , справа E_2 . Напряженность поля справа от анодной диафрагмы E_3 . Тип линзы:

№ Да

Для увеличения первеанса пучка и уменьшения токовой нагрузки катода

№ Нет

Для уменьшения токовой нагрузки катода

№ Нет

Для получения параллельного электронного пучка

№ Нет

Для увеличения первеанса пучка

№ Кейс

№вопрос 1

На рис. 1 представлена схема электростатической линзы. Потенциал катода $U=0$, сеточной диафрагмы $U_c = 100$ В, анодной диафрагмы $U_a = 1000$ В. Расстояние от катода К до сеточной диафрагмы $d_1 = 0,5$ мм, от сеточной до анодной диафрагмы $d_2 = 1$ мм. Напряженность поля слева от сеточной диафрагмы E_1 , справа E_2 . Напряженность поля справа от анодной диафрагмы E_3 . Оптическая сила сеточной и анодной диафрагмы:

№ Да

$$\frac{1}{f_c} = \frac{E_2 - E_1}{4U_c}; \frac{1}{f_a} = \frac{E_3 - E_2}{4U_a}.$$

№ Нет

№ Нет

$$\frac{1}{f_c} = \frac{E_1}{4U_c}; \frac{1}{f_a} = \frac{E_2}{4U_a}.$$

№ Нет

$$\frac{1}{f_c} = \frac{E_2}{4U_c}; \frac{1}{f_a} = \frac{E_3}{4U_a}.$$

№ Кейс

№вопрос 1

На рис. 1 представлена схема электростатической линзы. Потенциал катода $U=0$, сеточной диафрагмы $U_c=100$ В, анодной диафрагмы $U_a=1000$ В. Расстояние от катода К до сеточной диафрагмы $d_1=0,5$ мм, от сеточной до анодной диафрагмы $d_2=1$ мм. Напряженность поля слева от сеточной диафрагмы E_1 , справа E_2 . Напряженность поля справа от анодной диафрагмы E_3 . Оптическая сила иммерсионного объектива:

№ Да

$$\frac{1}{f_{н.о.}} = \frac{1}{f_c} + \frac{1}{f_a}$$

№ Нет

$$\frac{1}{f_{н.о.}} = \frac{1}{f_c} - \frac{1}{f_a}$$

№ Нет

$$\frac{1}{f_{н.о.}} = -\frac{1}{f_c} - \frac{1}{f_a}$$

№ Нет

$$\frac{1}{f_{н.о.}} = -\frac{1}{f_c} + \frac{1}{f_a}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Электростатическая отклоняющая система представляет собой пару параллельных пластин длиной a , расположенных на расстоянии d . Расстояние от середины отклоняющих пластин до экрана L . Ускоряющее напряжение $U=2000$ В. Чувствительность отклоняющей системы:

№ Да

$$\frac{aL}{2dU}$$

№ Нет

$$\frac{aL}{4dU}$$

№ Нет

$$\frac{2aL}{dU}$$

$$\frac{2dU}{aL}$$

№ Нет

$$\frac{aL}{2dU}$$

$$\frac{aL}{2dU}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Электростатическая отклоняющая система представляет собой пару параллельных пластин длиной а, расположенных на расстоянии d. Расстояние от середины отклоняющих пластин до экрана L. Ускоряющее напряжение U= 2000 В. Чувствительность отклоняющей системы:

№ Да

$$\frac{L}{2U} \operatorname{tg} \alpha$$

№ Нет

$$\frac{1}{2U} \operatorname{tg} \alpha$$

№ Нет

$$\frac{L}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

№ Нет

$$\frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

№ Кейс

№вопрос 1

Электростатическая отклоняющая система представляет собой пару параллельных пластин длиной а, расположенных на расстоянии d. Расстояние от середины отклоняющих пластин до экрана L. Ускоряющее напряжение U= 2000 В. Полное отклонение луча на экране, при а=20 мм, d=5мм, L= 0,25 м:

№ Да

0,5 м

№ Нет

0,75 м

№ Нет

0,05 м

№ Нет

1 м

№ Кейс

№вопрос 1

Электронно-оптическая система (рис. 2) состоит из катода К, двух диафрагм g₁ и g₂, и анода А, Все расстояния между электродами одинаковы и равны d=1 см. Потенциал первой диафрагмы равен потенциалу анода и равен U₁= 100 В. Фокусное расстояния диафрагм:

№ Да

$$f_1 = \frac{4dU_1}{U_2 - U_1}; f_2 = \frac{4dU_1}{2(U_1 - U_2)}$$

№ Нет

$$f_1 = \frac{4U_1}{U_2 - U_1}; f_2 = \frac{4U_1}{2(U_1 - U_2)}$$

№ Нет

$$f_1 = \frac{dU_1}{U_2 - U_1}; f_2 = \frac{4dU_1}{2(U_1 - U_2)}$$

№ Нет

$$f_1 = \frac{U_1}{2d(U_2 - U_1)}; f_2 = \frac{U_1}{4(U_1 - U_2)}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Электронно-оптическая система (рис. 2) состоит из катода К, двух диафрагм g_1 и g_2 , и анода А, Все расстояния между электродами одинаковы и равны $d=1$ см. Потенциал первой диафрагмы равен потенциалу анода и равен $U_1=100$ В. Оптический эквивалент рассматриваемой электронно-оптической системы:

№ Да

Первая и вторая линзы собирающие

№ Нет

Первая - собирающая, вторая - рассеивающая

№ Нет

Первая – рассеивающая, вторая - собирающая

№ Нет

Обе рассеивающие линзы.

№ Кейс

№вопрос 1

Электронно-оптическая система (рис. 2) состоит из катода К, двух диафрагм g_1 и g_2 , и анода А, Все расстояния между электродами одинаковы и равны $d=1$ см. Потенциал первой диафрагмы равен потенциалу анода и равен $U_1=100$ В. Потенциал второй диафрагмы (см. рис. 2) при $U_1=100$ В:

№ Да

100 В

№ Нет

150 В

№ Нет

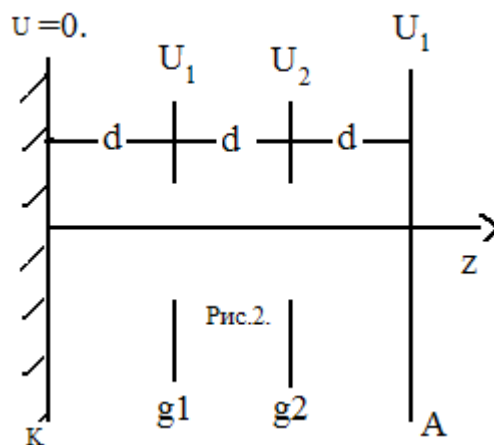
200 В

№ Нет

240 В.

№ Кейс

№вопрос 1



Магнитное поле в ускорительной камере циклотрона составляет 1,8 Тл. Объект ускорения ионы дейтерия. Максимально достижимая энергия дейтронов составляет 12 МэВ. Частота высокочастотного генератора:

№ Да

$$f = f_B = \frac{eB}{2\pi M_0}$$

№ Нет

$$f = f_B = \frac{eB}{M_0}$$

№ Нет

$$f = f_B = \frac{eB}{\pi M_0}$$

№ Нет

$$f = f_B = \frac{eB}{4\pi M_0}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитное поле в ускорительной камере циклотрона составляет 1,8 Тл. Объект ускорения ионы дейтерия. Максимально достижимая энергия дейтронов составляет 12 МэВ. Радиус вращения:

№ Да

$$r = \frac{m\vartheta}{eB}$$

№ Нет

$$r = \frac{\vartheta}{eB}$$

№ Нет

$$r = \frac{m\vartheta}{4eB}$$

№ Нет

$$r = \frac{m\sqrt{\vartheta}}{eB}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитное поле в ускорительной камере циклотрона составляет 1,8 Тл. Объект ускорения ионы дейтерия. Максимально достижимая энергия дейтронов составляет 12 МэВ. Скорость дейтронов при энергии 12 МэВ, $f=1,38 \cdot 10^7$ Гц, $r=0,394$ м:

№ Да

$$3,4 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

№ Нет

$$5,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$$

№ Нет

$$4,7 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

№ Нет

$2,2 \cdot 10^7$ м/с

№ Кейс

№вопрос 1

Чувствительность фотокатода ЭОП $k = 50$ мкА/люм, световая отдача экрана $\eta = 10$ св/Вт. Ускоряющее напряжение $U = 10$ кВ. Коэффициент преобразования лучистого потока:

№ Да

$k\eta U$

№ Нет

$k/\eta U$

№ Нет

$k\eta/U$

№ Нет

$k\eta$

№ Кейс

№вопрос 1

Чувствительность фотокатода ЭОП $k = 50$ мкА/люм, световая отдача экрана $\eta = 10$ св/Вт. Ускоряющее напряжение $U = 10$ кВ. Пороговая чувствительность:

№ Да

$10/k\eta U$

№ Нет

$10^6 k/\eta U$

№ Нет

$1/k\eta U$

№ Нет

$10^5/k\eta$

№ Кейс

№вопрос 1

Чувствительность фотокатода ЭОП $k = 50$ мкА/люм, световая отдача экрана $\eta = 10$ св/Вт. Ускоряющее напряжение $U = 10$ кВ. Пороговая яркость объекта:

№ Да 10^{-5} нит

10^{-5} нит

№ Нет

10^{-7} нит

№ Нет

10^3 нит

№ Нет

10^{-9} нит

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитная линза представляет собой круглый виток радиусом $R = 1$ см, по которому протекает ток. Фокусное расстояние линзы $f = 10$ см. Электроны пучка ускорены потенциалом $U_0 = 1$ кВ. Фокусное расстояние магнитной линзы:

№ Да

$$\frac{1}{f} = \frac{e}{8mU_0} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0^2(z) dz$$

№ Нет

$$\frac{1}{f} = \frac{e}{2mU_0} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0^2(z) dz$$

№ Нет

$$\frac{1}{f} = \frac{8e}{U_0} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0^2(z) dz$$

№ Нет

$$\frac{1}{f} = \frac{4e}{m} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0^2(z) dz$$

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитная линза представляет собой круглый виток радиусом $R=1$ см, по которому протекает ток. Фокусное расстояние линзы $f=10$ см. Электроны пучка ускорены потенциалом $U_0=1$ кВ. Угол поворота магнитной линзы:

№ Да

$$\Psi = \sqrt{\frac{e}{8mU_0}} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0(z) dz$$

№ Нет

$$\Psi = \int_{-\infty}^{+\infty} B_0(z) dz$$

№ Нет

$$\Psi = \sqrt{\frac{e}{mU_0}} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0^2(z) dz$$

№ Нет

$$\Psi = \frac{2e}{mU_0} \int_{-\infty}^{+\infty} B_0(z) dz$$

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитная линза представляет собой круглый виток радиусом $R=1$ см, по которому протекает ток. Фокусное расстояние линзы $f=10$ см. Электроны пучка ускорены потенциалом $U_0=1$ кВ. Оптическая сила линзы:

№ Да

0,58 рад

№ Нет

2 рад

№ Нет

0,94 рад

№ Нет

1,31 рад

№ Кейс

№вопрос 1

Магнитная линза представляет собой круглый виток радиусом $R=1$ см, по которому протекает ток. Фокусное расстояние линзы $f=10$ см. Электроны пучка ускорены потенциалом $U_0=1$ кВ. Сила тока:

№ Да

98 А

№ Нет

107 А

№ Нет

43 А

№ Нет

59 А

№ Кейс

№вопрос 1

Радиус равновесной орбиты в бетатроне $R=0,4$ м. Амплитудное значение магнитного поля на равновесной орбите $B_m=3,2 \cdot 10^{-1}$ Тл. Частота тока $f=50$ Гц. Условие движения электрона на равновесной орбите:

№ Да

$$2B_m = B_{cp}$$

№ Нет

$$B_m = 2B_{cp}$$

№ Нет

$$5B_m = B_{cp}$$

№ Нет

$$3B_{cp} = B_m$$

№ Кейс

№вопрос 1

Радиус равновесной орбиты в бетатроне $R=0,4$ м. Амплитудное значение магнитного поля на равновесной орбите $B_m=3,2 \cdot 10^{-1}$ Тл. Частота тока $f=50$ Гц. Полная энергия релятивистской частицы:

№ Да

$$E_n = c \sqrt{e^2 B^2 R^2 + m_0^2 c^2}$$

№ Нет

$$E_n = \sqrt{e^2 B^2 R^2 + m_0^2 c^2}$$

№ Нет

$$E_n = c \sqrt{e^2 B^2 + m_0^2 c^2}$$

№ Нет

$$E_n = 4 \sqrt{e^2 R^2 + m_0^2 c^2}$$

№ Кейс

№вопрос 1

Радиус равновесной орбиты в бетатроне $R=0,4$ м. Амплитудное значение магнитного поля на равновесной орбите $B_m=3,2 \cdot 10^{-1}$ Тл. Частота тока $f= 50$ Гц. Полное число оборотов за цикл ускорения:

№ Да

$6,15 \cdot 10^{12}$

№ Нет

$3,4 \cdot 10^{13}$

№ Нет

$9 \cdot 10^{12}$

№ Нет

$5,5 \cdot 10^{11}$

7.3 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Весомость текущего и промежуточного контроля – 50% (коэффициент 0,5) и итогового контроля по дисциплине – 50% (коэффициент 0,5):

Лекции - Текущий и промежуточный контроль включает:

- посещение занятий __10__ бал.
- активное участие на лекциях __15__ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60__бал.
- и др. (доклады, рефераты) __15__ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:
(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __10__ бал.
- активное участие на практических занятиях 15__ бал.
- выполнение домашних работ __15__ бал.
- выполнение самостоятельных работ __20__ бал.
- выполнение контрольных работ __40__ бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная:

1. Л.Г. Шерстнев «Электронная оптика и электронно-лучевые приборы». М. Энергия, 1971
2. А.А. Жигарев, Г.Г. Шамаева. Электронно-лучевые трубки и фотоэлектронные приборы. - М. 1982.
3. А.А. Жигарев. «Электронная оптика и электронно-лучевые приборы».- М., «Высшая школа», 1972.

Дополнительная:

1. Физический энциклопедический словарь. М., «Советская энциклопедия» 1983.
2. И. В. Лебедев «Техника и приборы СВЧ», 2 изд. Т. 2, М., 1972 г.
3. А.Н. Лебедев, А.В. Шальков. «Основы физики и техники ускорителей» М., 1978.
4. А.Э. Рафильсон, А.М. Шертевский. «Масспектрометрические приборы». М., 1968.
5. В.А. Миллер, Л.А. Куракин. «Приемные электронно-лучевые трубки». Изд-во «Энергия», 1964.
6. Е.П. Семенов. «О разрешающей способности электронно-оптических преобразователей. «Оптико-механическая промышленность», 1967, № 1.
7. С.В. Кукарин. Электронные СВЧ приборы, 2 изд., М., 1981.
8. С.М. Левитский. Сборник задач и расчетов по физической электронике. Изд. Киевского ун-та. 1964 г.
9. П. Линч, А. Николайдес. Задачи по физической электронике. М.: Изд. Мир», 1975.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;

- словарь терминов по Приборам электронной оптики;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

11.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями специального физического практикума – 2 лаб.

При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Комплект анимированных интерактивных компьютерных демонстраций по ряду разделов дисциплины.