

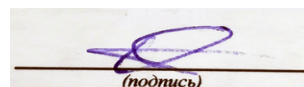
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра микроэлектроники и общей физики

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета



И.С.Огнев

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«Оптика»**

Направление подготовки  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)  
«Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения  
очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры микроэлектроники и  
общей физики физического факультета  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 5

Программа одобрена НМК  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Оптика» являются приобретение знаний основ оптических явлений, электромагнитных и квантовых закономерностей излучения, распространения и взаимодействия света с веществом, приобретение навыков использования полученных знаний для решения прикладных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Оптика» относится к базовой части Блока 1 и является частью модуля «Общая физика». «Оптика» использует знания, полученные при изучении дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», закладывает основы представлений о распространении, излучении электромагнитных волн, их взаимодействии с веществом, электромагнитных и квантовых закономерностях. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Оптика» необходимы для изучения дисциплин: «Атомная физика», «Электродинамика», «Статистическая физика».

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b> Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе педагогической деятельности	<b>ИД-ОПК-1_1</b> Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения	<b>Знать:</b> – геометрическую и волновую оптику; – электронную теорию излучения и поглощения света; – основы квантовой теории излучения.
	<b>ИД-ОПК-1_2</b> Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач, в том числе педагогической деятельности	<b>Уметь:</b> – решать задачи; – описывать и объяснять оптические явления в физике.
	<b>ИД-ОПК-1_3</b> Применяет базовые физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	<b>Владеть навыками:</b> – аналитического мышления; – оптических измерений; – обработки экспериментальных данных; – навыками самостоятельной работы с источниками информации;

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад.часов, экзамен

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационн	самостоятель ная работа	
1	Геометрическая оптика, основные положения	4	4	5				1	Устный опрос.
2	Волновая оптика. Шкала электромагнитных волн. Волновое уравнение	4	3	2				1	Устный опрос.
3	Полярзация. Отражение и преломление света. Формулы Френеля	4	3	4		3		2	Устный опрос.
4	Спектральная плотность. Интеграл Фурье. Эффект Доплера. Групповая скорость	4	3	3				2	Задания для самостоятельной работы Контрольная работа.
5	Интерференция. Опыт Юнга. Классические интерференционные опыты	4	4	3				3	Самостоятельная работа N1
6	Двухлучевая интерференция	4	3	4				2	Устный опрос.
7	Многолучевая интерференция	4	3	2				2	Устный опрос.
8	Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Рассеяние света	4	4	6				4	Устный опрос.
9	Дифракционная решетка. Элементы Фурье-оптики. Физические основы голографической записи и восстановления изображения	4	4	3		2		2	Устный опрос.
10	Оптика проводящих сред	4	3	3				3	Устный опрос.

11	Дисперсия света	4	4	3				2	Самостоятельная работа N2
12	Распространение света в анизотропной среде	4	4	5				3	Контрольная работа
13	Взаимодействие света с веществом	4	3	3				2	Самостоятельная работа N2
14	Законы теплового излучения	4	4	3				2	Задания для самостоятельной работы
15	Лазеры. Квантовая оптика	4	2	2		3		2	Контрольная работа
	Аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего</b>		51	51		10	0,5	67,5	

Содержание разделов дисциплины:

### 1. Геометрическая оптика, основные положения.

Геометрическая оптика, основные положения. Принцип Ферма. Преломление на сферической поверхности. Центрированные оптические системы. Аберрации оптических систем. Фотометрические понятия и единицы. Оптические приборы.

### 2. Волновая оптика. Шкала электромагнитных волн.

Шкала электромагнитных волн. Волновые и квантовые проявления. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Плоская и сферическая волны. Поперечность электромагнитных волн. Плотность потока энергии. Импульс, давление света. Интенсивность.

### 3. Поляризация. Отражение и преломление света. Формулы Френеля.

Плоская и эллиптическая поляризация. Закон Малюса. Законы преломления и отражения как следствие уравнений Максвелла. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Коэффициент отражения при нормальном падении. Предельный угол. Полное внутреннее отражение. Световоды. Неоднородная поверхностная волна.

### 4. Спектральная плотность. Интеграл Фурье. Эффект Доплера. Групповая скорость.

Спектральная плотность энергии. Волновой пучок. Интеграл Фурье. Естественная ширина спектральной линии. Релятивистский эффект Доплера. Уширение спектральных линий. Волновой пакет. Групповая скорость. Формула Рэлея.

### 5. Интерференция. Опыт Юнга. Классические интерференционные опыты.

Условия наблюдения интерференции. Опыт Юнга. Бипризма, бизеркало Френеля. Билинзы Бийе. Зеркало Ллойда. Временная и пространственная когерентность. Звездный интерферометр Майкельсона.

### 6. Двухлучевая интерференция.

Двухлучевая интерференция в тонких плёнках. Просветление оптики. Локализация интерференционных полос. Полосы равной толщины и равного наклона. Двухлучевые интерферометры. Классический интерферометр Майкельсона.

### 7. Многолучевая интерференция.

Многолучевая интерференция. Формулы Эйри. Интерферометр Фабри-Перо. Интерференционные светофильтры и зеркала.

### **8. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Рассеяние света.**

Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Зонная пластинка. Дифракция Френеля на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Спираль Корню. Зоны Шустера. Интеграл Френеля. Дифракция на дополнительных экранах. Теорема Бабинне.

Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном и круглом отверстиях. Дифракционная расходимость луча.

Рассеяние света.

### **9. Дифракционная решетка. Элементы Фурье-оптики. Физические основы голографической записи и восстановления изображения.**

Дифракция Фраунгофера на N параллельных равноотстоящих одинаковых щелях. Дифракционная решетка. Синусоидальная дифракционная решетка. Метод Рэлея для дифракции на периодической структуре. Фазовая дифракционная решетка. Метод Аббе формирования изображения. Элементы Фурье-оптики, пространственная фильтрация. Метод Цернике визуализации фазовых объектов. Разрешающая способность телескопа и микроскопа.

Дифракция Вульфа-Брэгга. Дифракция на стоячих ультразвуковых волнах. Физические основы голографической записи и восстановления изображения. Голограммы плоской и сферической волн.

### **10. Оптика проводящих сред.**

Распространение света в проводящих средах. Комплексный показатель преломления. Отражение от поверхности проводника. Глубина проникновения. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта.

### **11. Дисперсия света.**

Дисперсия света. Классическая электронная теория дисперсии. Аномальная дисперсия. Дисперсия в ионных кристаллах. Ориентационная дисперсия. Дисперсия в металлах и плазме.

### **12. Распространение света в анизотропной среде.**

Элементы кристаллооптики. Эллипсоид лучевых скоростей. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов. Линейное двулучепреломление. Поляризационные призмы.

Искусственное двулучепреломление. Электрооптические эффекты Керра, Погкельса. Оптическая анизотропия, обусловленная механическими напряжениями.

### **13. Взаимодействие света с веществом.**

Эффект Зеемана. Электронная теория нормального эффекта Зеемана. Естественное вращение плоскости поляризации. Круговое двулучепреломление. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле. Эффект Фарадея. Излучение Вавилова-Черенкова.

### **14. Законы теплового излучения.**

Излучение абсолютно черного тела, основные положения. Законы теплового излучения. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.

## **15. Лазеры. Квантовая оптика.**

Физические основы оптического квантового генератора. Лазеры. Нелинейные явления в оптике.

Фотоэффект. Понятие внутреннего фотоэффекта. Эффект Комптона.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения дисциплины “Оптика”. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках дисциплины “Оптика”, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

**Электронный учебный курс «Оптика»** представлен в LMS Moodle на странице курса <https://moodle.uniyar.ac.ru/>

Курс предназначен для организации и методического сопровождения образовательного процесса в режиме on-line, для организации и информационного обеспечения самостоятельной работы обучающихся в очном режиме, а также для частичного обеспечения текущего и итогового контроля результатов освоения дисциплины.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- электронный учебный курс «Оптика», представленный в LMS Moodle;
- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации используются программы Microsoft Office;

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.4. Оптика. – М.: Наука, 1985. – 752 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Матвеев А.Н. Оптика. – М., 1985. – 351 с.
2. М. Борн, Э. Вольф. Основы оптики. – М., 1973. – 719 с.
3. Бутиков Е.И. Оптика. – М., 1986. – 512 с.
4. Годжаев Н.М. Оптика. – М., 1977. – 432 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. – М., 1976. – 926 с.
6. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. – М., 1978. – 384 с.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.
8. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.
9. Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.
10. Оптика. Лабораторный практикум: Учебное пособие/Сост. В.А. Папорков, Е.В. Рыбникова. ЯрГУ – Ярославль, 2006. – 123 с.

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Материалы ЭУК в LMS Moodle <https://moodle.uniyar.ac.ru/>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Материалы ЭУК в LMS Moodle <https://moodle.uniyar.ac.ru/course/>

## **10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры микроэлектроники  
и общей физики, к.ф.-м.н.

В.А.Папорков

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
« Оптика »**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Задания для самостоятельной работы**

(проверка сформированности компетенции ОПК-1, индикаторы: ИД-ОПК-1.1, ИД-ОПК-1.2, ИД-ОПК-1.3).

**Задания по теме № 1:**

1. Задачи 5.1, 5.4, 5.7, 5.18-5.21, 5.26-5.28, 5.30, 5.35-5.37, 1.42, 5.52-5.56, 5.59-5.62 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 3.3 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 1.1, 1.2, 7.1 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 2:**

1. § 2.1-2.7, 3.1 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)

**Задания по теме № 3:**

1. Задачи 5.172-5.176, 5.180-5.186 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 3.2, 6.1, 6.2 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 4.1, 4.2, 7.5 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 4:**

1. Задачи 5.223, 5.224, 5.241, 5.242, 5.244, 5.246, 5.248-5.250 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 7.3 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 5.6, 7.4 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 5:**

1. Задачи 5.73-5.76, 5.80, 5.81, 5.139 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 4.1-4.3 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)

3. § 2.1-2.3, 7.2 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 6:**

1. Задачи 5.83-5.85, 5.87-5.99 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 4.4, 4.5 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 2.4, 7.2 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 7:**

1. Задачи 5.99, 5.100 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 368 с.)
2. § 4.6 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 2.5 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 8:**

1. Задачи 5.101, 5.102, 5.104-5.111, 5.114-5.122, 5.126, 5.127 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 5.1 – 5.6, 7.5 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 3.1-3.4, 5.4, 7.3 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 9:**

1. Задачи 5.128-5.133, 5.136, 5.140-5.145, 5.150 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 5.7 – 5.10 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 3.5-3.7, 7.3 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 10:**

1. Задачи 5.229, 5.230, 5.234 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 7.4 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 5.3 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 11:**

1. Задачи 5.216-5.218, 5.220-5.224 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 7.1 – 7.3 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 5.1, 5.2 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 12:**

1. Задачи 5.189, 5.198-5.204, 5.209 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 6.3 – 6.7 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 4.3-4.8, 7.5 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 13:**

1. Задачи 5.205, 5.212, 5.259-5.261 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)

2. § 6.7, Приложение 1 (Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы. – М., 2013. – 264 с.)
3. § 4.9, 5.5 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 14:**

1. Задачи 5.262-5.265, 5.268, 5.273-5.275 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 6.2, 7.6 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задания по теме № 15:**

1. Задачи 5.278-5.282, 5.287, 5.292-5.295, 5.303-5.305, 5.311 (Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – СПб., 2004. – 416 с.)
2. § 6.1, 6.3-6.5, 7.6 (Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.)

**Задачи для самостоятельного решения**

1. Определить фокусное расстояние вогнутого сферического зеркала, если оно дает действительное изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Расстояние между предметом и его изображением 15 см.
2. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в 2 раза; мнимым и увеличенным в 2 раза.
3. Сходящийся пучок лучей падает на выпуклое зеркало так, что точка пересечения продолжений этих лучей находится на оси зеркала на расстоянии 20 см от него. После отражения эти лучи пересекают оптическую ось на расстоянии 0,6 м от зеркала. Найти фокусное расстояние зеркала.
4. Шест высотой 1 м вбит вертикально в дно пруда так, что он целиком находится под водой. Определить длину тени от шеста на дне пруда, если лучи солнца падают на поверхность воды под углом  $30^\circ$ .
5. На сколько меняется длина волны красных лучей при переходе из воздуха в стекло, если показатель преломления стекла для этих лучей 1,51, а частота их  $4 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ ?
6. На какой глубине под водой находится водолаз, если он видит отраженными от поверхности воды те части горизонтального дна, которые расположены от него на расстоянии 15 м и больше? Рост водолаза 1,7 м.
7. Как расположить источник света относительно собирающей линзы и вогнутого зеркала, чтобы получить параллельный пучок лучей?
8. Где и какого размера получится изображение предмета высотой 2 см, помещенного на расстоянии 15 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,1 м?
9. Определить полный световой поток, даваемый источником, если на расстоянии 2 м от него освещенность 15 лк. Силу света по всем направлениям считать одинаковой.

10. Через круглое окно проходит поток 12,5 Вт от точечного источника, находящегося на расстоянии 40 см от окна. Диаметр окна 60 см. Определить силу света источника.
11. В лампе, дающей силу света 85 кд, светящимся телом является накаливаемый шарик диаметром 3 мм. Найти яркость лампы, если сферическая колба сделана из прозрачного стекла; из матового стекла. Диаметр колбы 6 см. Потерями света в оболочке колбы пренебречь.
12. На стеклянную пластинку ( $n_1 = 1,5$ ) нанесена прозрачная пленка ( $n_2 = 1,4$ ). На пленку нормально к поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda = 600$  нм). Какова наименьшая толщина пленки, если в результате интерференции отраженные лучи максимально ослаблены?
13. На диафрагму с двумя узкими щелями, находящимися на расстоянии  $d = 2,5$  мм, падает нормально монохроматический свет. Интерференционная картина образуется на экране, отстоящем от диафрагмы на расстоянии  $l = 100$  см. Куда и на какое расстояние сместятся интерференционные полосы, если одну из щелей закрыть стеклянной пластинкой толщиной  $h = 10$  мкм?
14. На установку для получения колец Ньютона падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,5$  мкм). Определить толщину воздушного слоя там, где наблюдается 5-е светлое кольцо в отраженном свете.
15. Оптическая сила плоско - выпуклой линзы ( $n = 1,5$ ) 0,5 дптр. Линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить радиус 7-го темного кольца Ньютона в проходящем свете ( $\lambda = 0,5$  мкм).
16. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает пучок монохроматического света ( $\lambda = 500$  нм). Дифракционная картина наблюдается на экране, находящемся в фокальной плоскости линзы, оптическая сила которой равна 5 дптр. Определить расстояние между минимумами во втором порядке.
17. Дифракционная решетка содержит 100 штрихов на 1 мм длины. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку нормально, если угол между двумя спектрами первого порядка  $8^\circ$ .
18. Какой наибольший порядок спектра натрия ( $\lambda = 590$  нм) можно наблюдать при помощи дифракционной решетки. Имеющей 500 штрихов на 1 мм длины, если свет падает по углом  $30^\circ$ ?
19. Постоянная дифракционной решетки, установленной в спектрометре, 2 мкм. Под каким углом к оси коллиматора следует установить зрительную трубу для наблюдения спектральной линии длинной волны 410 нм?
20. На каком расстоянии друг от друга будут находиться на экране две линии спектра ртути с длинами волн 577 и 579,1 нм в спектре первого порядка, полученном при помощи дифракционной решетки с периодом 4 мкм? Фокусное расстояние линзы, проектирующей спектр на экран, 60 см. Лучи падают на решетку нормально.
21. Спектры второго и третьего порядков в видимой области от дифракционной решетки частично перекрываются. Какой длине волны в спектре третьего порядка соответствует  $\lambda = 700$  нм в спектре второго порядка?

22. На вершине телевизионной башни находятся на расстоянии  $l = 20$  см две красные лампочки ( $\lambda = 640$  нм). Каким должен быть наименьший диаметр объектива зрительной трубы, чтобы эти лампочки можно было увидеть раздельно с расстояния 15 км?
23. На какой высоте должно находиться солнце, чтобы свет, отраженный от поверхности воды, был максимально поляризован?
24. Луч света, падая на поверхность раствора, частично отражается, частично преломляется. Определить показатель преломления раствора, если отраженный луч полностью поляризуется при угле преломления  $35^\circ$ .
25. Анализатор в 2 раза ослабляет интенсивность падающего на него поляризованного света. Каков угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора? Потерями света в анализаторе пренебречь.
26. На пути плоско поляризованного луча поместили пластинку кварца, вырезанную параллельно оптической оси кристалла. Какой толщины должна быть пластинка, чтобы образующаяся разность хода между обыкновенным и необыкновенным лучами составляла 0,25 длины волны желтого света ( $\lambda = 589$  нм). Максимальный показатель преломления необыкновенного луча данной длины волны 1,553, а обыкновенного – 1,543.
27. Определить толщину кварцевой пластинки. Для которой угол поворота плоскости поляризации света длиной волны 490 нм равен  $150^\circ$ . Постоянная вращения в кварце для этой длины волны 26,3 град/мм.
28. Найти мощность, излучаемую абсолютно черным шаром радиусом 10 см, который находится в комнате при температуре  $20^\circ\text{C}$ .
29. Вычислить массу, теряемую Солнцем за 1 с вследствие лучеиспускания. Если температура его поверхности 5800 К.
30. Энергия фотона 1 МэВ. Определить импульс фотона.
31. Красная граница фотоэффекта для железа, ртути, лития, натрия, калия определяется соответственно длинами волн 262, 274, 517, 540, 620 нм. Найти работу выхода электронов из металлов и выразить ее в электрон-вольтах.
32. Какой длины волны электромагнитную волну следует направить на поверхность цинка, чтобы скорость электрона, вылетевшего из металла, была 0,8 Мм/с?

### Варианты заданий для контрольной работы 1

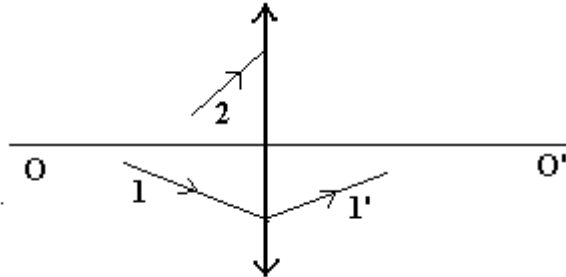
Разделы:

- геометрическая оптика,
- фотометрия,
- интерференция.

### Вариант 1

1. Радиус стеклянного шара ( $n = 1,5$ )  $R = 4$  см. 1) Найти положение главных плоскостей. 2) Найти фокусное расстояние  $f$ . 3) Найти расстояние  $x'$  от центра шара до изображения предмета, который расположен в 6 см от поверхности шара. 4) Найти увеличение изображения. Найденные величины указать на чертеже.

2. Найти построением ход луча 2, если известен ход луча 1 после преломления в линзе 1'.



3. На мачте высотой  $h = 8$  м висит лампа силой света  $I = 1$  ккд. Принимая лампу за точечный источник света, определить, на каком расстоянии  $l$  от основания мачты освещенность  $E$  поверхности земли будет равна 1 лк.

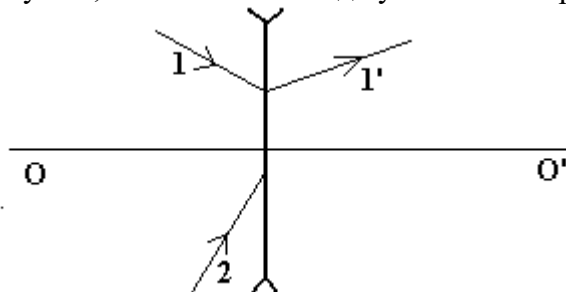
4. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda = 600$  нм). Определить угол  $\alpha$  между поверхностями клина, если расстояние  $l$  между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

5. Кольца Ньютона наблюдаются с помощью двух одинаковых тонких плоско-выпуклых линз радиусом  $R$  кривизны равным 1 м, сложенных вплотную выпуклыми поверхностями (плоские поверхности линз параллельны). Определить радиус второго светлого кольца в отраженном свете ( $\lambda = 600$  нм) при нормальном падении света на поверхность верхней линзы.

### Вариант 2

1. Найти фокусное расстояние  $f$  и положения главных плоскостей двояковыпуклой толстой линзы, для которой  $n = 1,5$ ,  $R_1 = 10$  см,  $R_2 = 4$  см,  $d = 2$  см. Дать чертеж.

2. Найти построением ход луча 2, если известен ход луча 1 после преломления в линзе 1'.



3. Светильник из молочного стекла имеет форму шара диаметром  $d = 20$  см, Сила света  $I$  равна 80 кд. Определить полный световой поток  $\Phi_0$ , светимость  $R$  и яркость  $B$  светильника.

4. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртутной дуги

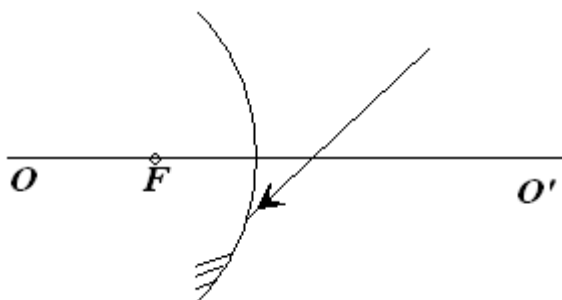
( $\lambda = 546.1$  нм) оказалось, что расстояние между пятью полосами  $l = 2$  см. Найти угол  $\gamma$  клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды  $n = 1.33$ .

5. Найти расстояние  $\Delta l$  между двадцатым и двадцать первым светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и третьим равно 1 мм, а кольца наблюдаются в отраженном свете.

### Вариант 3

1. В центре квадратной комнаты площадью  $S = 25 \text{ м}^2$  висит лампа. На какой высоте  $h$  от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?

2. Найти построением ход луча отражения в выпуклом зеркале. ( $F$  – фокус,  $OO'$  – оптическая ось)



3. С одной стороны двояковыпуклой тонкой линзы, сделанной из стекла ( $n = 1.52$ ), находится вода ( $n' = 1.33$ ), с другой воздух. Радиусы кривизны равны 20 см. Найти положения главных и фокальных плоскостей системы. найденные величины указать на чертеже.

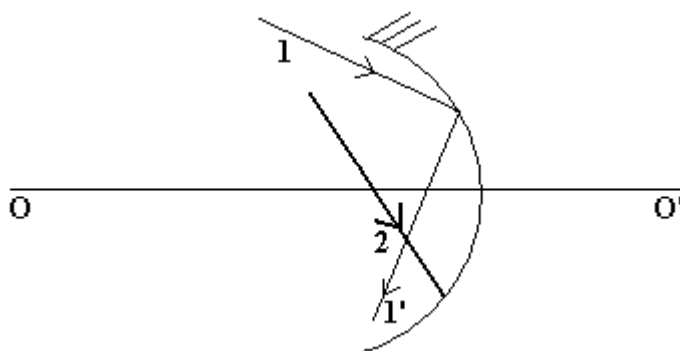
4. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртути дуги ( $\lambda = 546.1$  нм) оказалось, что расстояние между пятью полосами  $l = 2$  см. Найти угол  $\gamma$  клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды  $n = 1.33$ .

5. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны  $r_k = 4$  мм и  $r_{k+1} = 4.38$  мм. Радиус кривизны линзы  $R = 6.4$  м. Найти порядковые номера колец и длину волны  $\lambda$  падающего света.

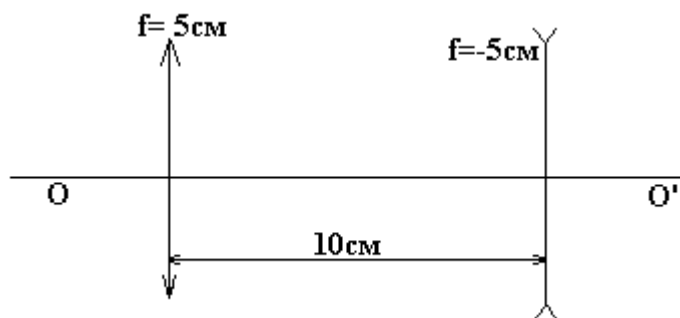
### Вариант 4

1. Над центром круглой площадки висит лампа. Освещенность  $E_1$  в центре площадки равна 40 лк,  $E_2$  на краю площадки равна 5 лк. Под каким углом  $i$  падают лучи на край площадки?

2. На рисунке указаны положения главной оптической оси  $OO'$  и ход луча 1. Построить ход луча 2 после отражения его от зеркала.



3. Определите положение главных плоскостей и фокусное расстояние системы двух тонких линз, изображенных на рисунке. Найденные величины указать на чертеже.



4. Диаметры  $d_i$  и  $d_k$  двух светлых колец соответственно равны 4,0 и 4,8 мм. Порядковые номера не определялись, но известно, что между измеренными кольцами расположено три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете ( $\lambda = 500$  нм). Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.

5. Пучок света ( $\lambda = 582$  нм) падает перпендикулярно на поверхность стеклянного клина. Угол клина равен  $\gamma = 20''$ . Какое число  $k_0$  темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла равен  $n = 1.5$ .

### Варианты заданий для контрольной работы 2

Разделы:

- интерференция,
- дифракция.

#### Вариант 1

1. Найти расстояние  $\Delta l$  между двадцатым и двадцать первым светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и третьим равно 1 мм, а кольца наблюдаются в отраженном свете.

2. Свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм падает на тонкую мыльную пленку под углом падения  $30^\circ$ . В отраженном свете на пленке наблюдаются интерференционные полосы. Расстояние между соседними полосами  $\Delta x = 4$  мм. Показатель преломления пленки 1,33. Вычислить угол  $\alpha$  между поверхностями пленки.

3. Под углом  $\alpha = 30^\circ$  наблюдается четвертый максимум для длины волны  $\lambda = 0,644$  мкм. Определить постоянную дифракционной решетки и ее ширину, если она позволяет разрешить  $\Delta \lambda = 0,322$  нм.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из трех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно двум.

### Вариант 2

1. Найти фокусное расстояние  $f$  плосковыпуклой линзы, примененной для получения колец Ньютона, радиус третьего светлого кольца равен 1,1 мм. Показатель преломления стекла 1,6, длина волны подающего света  $\lambda=589$  нм. Кольца наблюдаются в отраженном свете.

2. В очень тонкой клиновидной пластинке в отраженном свете при нормальном падении наблюдаются интерференционные полосы. Расстояние между соседними темными полосами  $\Delta x=5$  мм. Зная, что длина световой волны равна  $\lambda=580$  нм, а показатель преломления пластинки 1,5. Найти угол  $\alpha$  между гранями пластинки.

3. Дифракционная решетка шириной 2 см имеет постоянную 5 мкм. Определить разрешающую способность этой решетки в третьем порядке. Какова наименьшая разность длин волн двух разрешаемых спектральных линий в желтой области  $\lambda=600$  нм?

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из пяти одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно двум.

### Вариант 3

1. При наблюдении колец Ньютона в отраженном свете  $\lambda=450$  нм помощью плосковыпуклой линзы, положенной на плоскую пластинку, радиус третьего светлого кольца оказался равным 1,06 мм. После замены синего светофильтра на красный был измерен радиус пятого светлого кольца, оказавшийся равным 1,77 мм. Найти радиус кривизны  $R$  и длину волны  $\lambda_{кр}$  красного света

2. Какова толщина мыльной пленки, если при наблюдении ее в отраженном свете она представляется зеленой  $\lambda=500$  нм, когда угол между нормалью и лучом зрения равен  $35^\circ$ . Показатель преломления мыльной воды 1,33.

3. Сравните разрешающие способности дифракционных решеток, если одна из них имеет 420 штрихов на 1 мм при ширине 2 см, а вторая – 700 штрихов на 1 мм при ширине 4,8 см.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из четырех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно двум.

### Вариант 4

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка лежит на одной из поверхностей двояковыпуклой линзы. При наблюдении колец Ньютона в отраженном свете натриевой горелки  $\lambda=589$  нм. Найдено, что радиус темного кольца порядка  $m=20$  (центральному темному кольцу присваивается  $m=0$ ) равен  $r_1=2$  мм. Когда пластинка была положена на другую поверхность линзы, радиус темного кольца того же порядка сделался равным  $r_2=4$  мм. Определить фокусное расстояние линзы, если показатель преломления стекла, из которого она изготовлена 1,5.

2. На изображении натриевого пламени  $\lambda=589$  нм, наблюдаемой на вертикальной пленке видны темные горизонтальные полосы. Расстояние между серединами темных полос  $\ell=5$  мм. Коэффициент преломления мыльной воды 1,33. Каков угол между поверхностями пленки?

3. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия  $\lambda=670$  нм спектра второго порядка?

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из четырех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно трем.

#### Вариант 5

1. Найти радиус  $r$  центрального темного пятна колец Ньютона, если между линзой и пластинкой налит бензол. Показатель преломления бензола 1,5. Радиус кривизны линзы 1 м. Показатели преломления линзы и пластинки одинаковы. Наблюдение ведется в натриевом свете  $\lambda=589$  нм.

2. На мыльную пленку с показателем преломления 1,3, находящуюся в воздухе, падает нормальный пучок белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda=0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

3. Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия  $\lambda=589$  нм, если постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из трех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно трем.

#### Вариант 6

1. В установке для наблюдения колец Ньютона пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Определить показатель преломления жидкости, если радиус третьего светлого кольца получился 3,65 мм. Наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы 10 м. Длина волны света 589 нм.

2. Определить толщину слоя масла на поверхности воды, если при наблюдении под углом  $60^\circ$  к нормали в спектре отраженного света видна значительно усиленная желтая линия с длиной волны  $\lambda=0,589$  мкм. Показатель преломления масла 1,4.

3. Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет  $\lambda=0,6$  мкм. Максимум какого порядка дает эта решетка?

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из пяти одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно трем.

### Вариант 7

1. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, падающий нормально. Найти толщину воздушного слоя между линзой и стеклянной пластиной в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.
2. Расположенная вертикально клинообразная мыльная пленка наблюдается под углом  $90^\circ$  к вертикали в отраженном свете через красное стекло, пропускающее лучи с длиной волны 631 нм. Расстояние между соседними красными полосами 3 мм. Каково расстояние между соседними синими полосами, если наблюдение вести синее стекло, пропускающее свет с длиной волны 460 нм?
3. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1 мм, падет нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.
4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из шести одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно двум.

### Вариант 8

1. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом  $\lambda = 500$  нм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено водой. Показатель преломления воды равен 1,33. Найти толщину слоя воды между линзой и стеклянной пластиной в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо.
2. В тонкой клинообразной пластинке в отраженном свете при нормальном падении лучей с длиной волны 450 нм наблюдаются темные интерференционные полосы, расстояние между которыми 1,5 мм. Найти угол между гранями пластины, если показатель преломления пластины 1,5.
3. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница  $\lambda = 0,4$  мкм спектра третьего порядка?
4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из шести одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно трем.

### Вариант 9

1. Установка для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете освещается монохроматическим светом, падающим нормально. После того как пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.
2. При освещении клинообразной пластинки пучком параллельных лучей натриевого пламени  $\lambda_1 = 589$  нм, падающих нормально к поверхности, образуются интерференционные

полосы, причем на длине в 13 мм укладывается 46 темных полос. Затем пластинку освещают светом с длиной  $\lambda_2=499$  нм. Определить число темных полос, укладываемых в этом случае на той же длине.

3. На дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину спектра первого порядка на экране, если расстояние  $d$  линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости спектра  $\lambda_{\text{кр}}=780$  нм,  $\lambda_{\text{ф}}=400$  нм.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из трех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно четырем.

#### Вариант 10

1. Собирающая линза положена на плоскую стеклянную пластинку, причем вследствие попадания пыли между линзой и пластинкой нет контакта. Диаметры пятого и пятнадцатого темных колец Ньютона, наблюдаемых в отраженном свете  $\lambda=589$  нм, равны 0,7 и 1,7 мм. Определить радиус кривизны поверхности линзы, обращенной к пластинке.

2. На плоской прозрачной поверхности образована тонкая прозрачная пленка толщиной 0,396 мкм. Какую окраску примет пленка при освещении ее белым светом, падающим под углом  $30^\circ$ . Показатель преломления пленки 1,4.

3. На дифракционную решетку с периодом  $d=10$  мкм под углом  $\alpha=30^\circ$  падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=600$  нм. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий второму главному максимуму.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из четырех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине равно четырем.

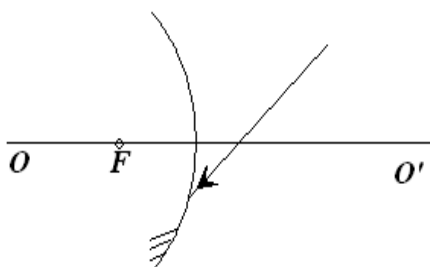
#### Варианты заданий для контрольной работы 3

Разделы:

- геометрическая оптика,
- интерференция,
- дифракция,
- кристаллооптика, поляризация,
- тепловое излучение.

#### Вариант 1

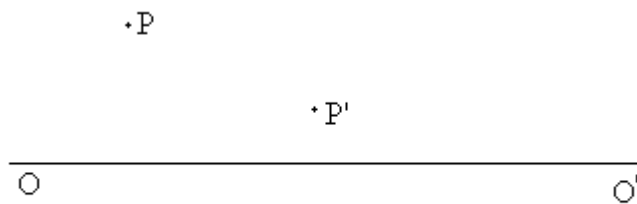
1. Найти построением ход луча отражения в выпуклом зеркале. ( $F$  – фокус,  $OO'$  – оптическая ось)



2. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим по нормали к поверхности. Радиус кривизны  $R=5\text{ м}$ . Наблюдение ведется в проходящем свете. Найти радиусы  $r_c$  и  $r_{кр}$  четвертого синего кольца ( $\lambda_c=400\text{ нм}$ ) и третьего красного кольца ( $\lambda_{кр}=630\text{ нм}$ ).
3. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртутной дуги ( $\lambda = 546.1\text{ нм}$ ) оказалось, что расстояние между пятью полосами  $l = 2\text{ см}$ . Найти угол  $\gamma$  клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды  $n = 1.33$ .
4. Построить по Гюйгенсу волновые фронты и направления распространения обыкновенного и необыкновенного лучей в положительном и отрицательном одноосных кристаллах, оптическая ось которого: лежит в плоскости падения и параллельная поверхности кристалла.
5. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из четырех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине щели равно трем.
6. Плоская монохроматическая волна с интенсивностью  $I_0$  падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность  $I$  за экраном в точке, для которой отверстие: а) равно первой зоне Френеля; внешней половине первой зоны; б) диафрагма открывает полторы зоны Френеля.
7. Плоская монохроматическая волна падает нормально на непрозрачную полуплоскость. За полуплоскостью расположен экран. Показать на спирали Корню векторов напряженности электрического поля, указывающих на открытие первой зоны Шустера и суммы двух первых зон Шустера.
8. Плоская монохроматическая волна с интенсивностью  $I_0$  падает на непрозрачный диск, закрывающий для точки наблюдения  $P$ : а) в диске помещается только первая зона Френеля; б) в диске помещаются первые три зоны Френеля. Построить световой вектор результирующего светового поля с помощью спирали Френеля.
9. Степень поляризации частично поляризованного света  $P=0.75$ . Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.
10. Мощность излучения абсолютно черного тела  $34\text{ кВт}$ . Найти температуру этого тела, если известно, что поверхность его равна  $0.6\text{ м}^2$ . Абсолютно черное тело находится при температуре  $T_1=2900\text{ К}$ . В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на  $\Delta\lambda=9\text{ мкм}$ . До какой температуры  $T_2$  охладилось тело?

## Вариант 2

1. Найти построением положение зеркала и его фокуса для случая показанного на рисунке, где Р и Р' - сопряженные точки.



2. Найти расстояние  $\Delta l$  между двадцатым и двадцать первым светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между вторым и третьим равно 1 мм, а кольца наблюдаются в отраженном свете.
3. В очень тонкой клиновидной пластинке в отраженном свете при нормальном падении наблюдаются интерференционные полосы. Расстояние между соседними темными полосами  $\Delta x = 5 \text{ мм}$ . Зная, что длина световой волны равна  $\lambda = 580 \text{ нм}$ , а показатель преломления пластинки  $n = 1,5$ , найти угол  $\alpha$  между гранями пластинки.
4. Построить по Гюйгенсу волновые фронты и направления распространения обыкновенного и необыкновенного лучей в положительном и отрицательном одноосных кристаллах, оптическая ось которого: перпендикулярна плоскости падения луча и параллельная поверхности кристалла.
5. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решетки из трех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине щели равно двум.
6. Плоская монохроматическая волна с интенсивностью  $I_0$  падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность  $I$  за экраном в точке, для которой отверстие: а) равно первой зоне Френеля; внутренней половине первой зоны; б) сделали равным первой зоне Френеля и затем закрыли его половину по диаметру.
7. Плоская монохроматическая волна падает нормально на непрозрачную полуплоскость. За полуплоскостью расположен экран. Показать на спирали Корню вектор напряженности электрического поля указывающее на открытие первого минимума и соседнего с ним максимума.
8. Плоская монохроматическая волна с интенсивностью  $I_0$  падает на непрозрачный диск, закрывающий для точки наблюдения Р: а) диска нет; б) в диске помещаются первые две зоны Френеля. Построить световой вектор результирующего светового поля с помощью спирали Френеля.
9. Степень поляризации частично поляризованного света  $P=0.25$ . Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.

10. Мощность излучения абсолютно черного тела 34 кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что поверхность его равна  $0.6 \text{ м}^2$ .

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Для проведения промежуточной аттестации рекомендуется использовать варианты заданий (20 вариантов) из учебного пособия “Оптика: Учебное пособие/Сост. Н.А. Рудь, А.Н. Сергеев. ЯрГУ – Ярославль, 2001. – 114 с.”

### Список вопросов к экзамену

1. Предмет оптики.
2. Шкала электромагнитных волн. Волновые и квантовые проявления.
3. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение.
4. Плоская и сферическая волны. Поперечность электромагнитных волн.
5. Плотность потока энергии. Давление света. Интенсивность.
6. Поляризация. Закон Малюса. Эллиптическая поляризация.
7. Законы преломления и отражения как следствие уравнений Максвелла.
8. Формулы Френеля. Угол Брюстера. Коэффициент отражения при нормальном падении.
9. Предельный угол. Полное внутреннее отражение. Неоднородная поверхностная волна.
10. Волновой пучок. Спектральная плотность. Интеграл Фурье.
11. Волновой пакет. Групповая скорость. Формула Рэлея.
12. Естественная ширина спектральной линии. Эффект Доплера. Уширение спектральных линий.
13. Интерференция. Опыт Юнга.
14. Классические интерференционные опыты.
15. Пространственная когерентность. Звёздный интерферометр Майкельсона.
16. Временная когерентность.
17. Двухлучевая интерференция в тонких пленках.
18. Просветление оптики.
19. Полосы равной толщины и равного наклона.
20. Двухлучевые интерферометры. Классический интерферометр Майкельсона.
21. Многолучевая интерференция. Формулы Эйри.
22. Интерферометр Фабри-Перо. Спектральные характеристики.
23. Применение многолучевой интерференции. Интерференционные фильтры, многолучевые отражатели.
24. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля.
25. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Зонная пластинка.
26. Дифракция Френеля на прямолинейном крае полубесконечного экрана. Зоны Шустера. Спираль Корню. Интегралы Френеля.
27. Дифракция на дополнительных экранах. Теорема Бабинне.
28. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на щели.
29. Дифракция Фраунгофера на прямоугольном и круглом отверстиях. Дифракционная расходимость луча. Дифракция Фраунгофера на дополнительных экранах.
30. Дифракция Фраунгофера на  $N$  параллельных равноотстоящих одинаковых щелях.
31. Амплитудная дифракционная решетка.
32. Синусоидальная дифракционная решётка.
33. Метод Рэлея для дифракции на периодической структуре.
34. Фазовая дифракционная решетка.
35. Элементы Фурье-оптики, пространственная фильтрация. Метод Аббе формирования

- изображения. Метод Цернике визуализации фазовых объектов.
36. Разрешающая способность телескопа и микроскопа.
  37. Дифракция Вульфа-Брэгга. Дифракция на стоячих ультразвуковых механических волнах.
  38. Физические основы голографической записи и восстановления изображения. Голограмма плоской и сферической волн.
  39. Оптика проводящих сред. Комплексный показатель преломления. Отражение от поверхности проводника.
  40. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта.
  41. Классическая теория электронной дисперсии. Нормальная, аномальная дисперсия.
  42. Дисперсия в ионных кристаллах. Дисперсия в металлах и плазме.
  43. Рассеяние света.
  44. Элементы кристаллооптики.
  45. Эллипсоид лучевых скоростей. Построение Гюйгенса для одноосных кристаллов.
  46. Линейное двулучепреломление. Поляризационные призмы.
  47. Электрооптические эффекты Керра, Погкельса. Искусственная оптическая анизотропия, обусловленная механическими напряжениями.
  48. Эффект Зеемана. Электронная теория нормального эффекта Зеемана.
  49. Естественное вращение плоскости поляризации. Круговое двулучепреломление.
  50. Вращение плоскости поляризации в магнитном поле. Эффект Фарадея.
  51. Излучение Вавилова-Черенкова.
  52. Излучение абсолютно черного тела, основные положения. Законы теплового излучения.
  53. Формула Рэлея-Джинса.
  54. Формула Планка.
  55. Закон Стефана-Больцмана.
  56. Закон смещения Вина.
  57. Физические основы оптического квантового генератора. Лазер.
  58. Нелинейные явления в оптике.
  59. Фотоэффект. Понятие внутреннего фотоэффекта.
  60. Эффект Комптона.
  61. Законы геометрической оптики. Пределы их применимости.
  62. Оптическая сила сферической поверхности.
  63. Формула тонкой линзы. Построение изображения с помощью тонкой линзы.
  64. Кардинальные плоскости и точки центрированной оптической системы (толстой линзы) и построение изображения.

## **Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа. По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценки определяются уровнем сформированности компетенций.

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом классической физики; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствует указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. При изложении ответов допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, терминов, в формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины « Оптика »**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Оптика» являются лекции. Закрепление теоретического материала и приобретение навыков его применения осуществляется на практических (решение задач) и лабораторных (физический практикум) занятиях.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные и индивидуальные консультации. Цель практических занятий – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы изучаемой дисциплины, научиться применять полученные теоретические знания на практике. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо прорабатывать, используя для этого учебники и учебно-методические пособия, контролировать и корректировать полученные знания и навыки, консультируясь с преподавателями, ведущими теоретические и практические занятия.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Изучение общей физики невозможно без физического практикума – лабораторных работ. Грамотно поставленный и проведенный эксперимент выявляет детали, которые при теоретическом рассмотрении могли бы показаться несущественными, позволяет при внешней простоте классических методик и экспериментов оценить их красоту и изящество. Для того чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, перед их выполнением необходимо ознакомиться с физическими явлениями, изучаемыми в работе, теорией этих явлений, используемыми экспериментальными методами. Особое внимание следует обратить на обработку результатов измерений.

#### **Подготовка к экзамену**

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Интервал между экзаменами 3-5 дней нужно использовать для систематизации уже имеющиеся знаний. На консультации перед экзаменом преподаватели ответят на возникшие вопросы. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго:

- очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 1-2 часа до сна. Оптимальное время занятий - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неумотительные занятия спортом;
- наличие хороших собственных конспектов лекций (с комментариями и заметками, выполненными в течение семестра). Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить;
- при подготовке к экзамену должны быть заранее подобраны хорошие учебники (ну, хотя бы один).