

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
 Должность: РЕКТОР  
 Дата подписания: 24.10.2022 14:01:22  
 Уникальный программный ключ:  
 9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16




**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**(ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)**



Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.О	Общая и экспериментальная физика (оптика)

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Физика. Математика
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Декан факультета	кандидат педагогических наук		Бочкарева Ольга Николаевна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	10	15.06.2019	
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	1	10.09.2020	

**Раздел 1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения образовательной программы с указанием этапов их формирования**

Таблица 1 - Перечень компетенций, с указанием образовательных результатов в процессе освоения дисциплины (в соответствии с РПД)

<b>Формируемые компетенции</b>			
<b>Индикаторы ее достижения</b>	<b>Планируемые образовательные результаты по дисциплине</b>		
	<b>знать</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
<b>ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</b>			
ОПК.8.1 Знать историю, теорию, закономерности и принципы построения научного знания для осуществления педагогической деятельности.	3.1 Знать теоретические основы геометрической и волновой оптики, историю их формирования		
ОПК.8.2 Уметь проектировать и осуществлять педагогическую деятельность с опорой на специальные научные знания.		У.1 Уметь демонстрировать оптические явления, объяснять результаты физического эксперимента по оптике, уметь решать физические задачи по оптике	
ОПК.8.3 Владеть технологиями осуществления педагогической деятельности на основе научных знаний.			В.1 Владеть методами научного познания для освоения теоретических и экспериментальных основ оптики
<b>ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности</b>			
ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения	3.2 Знает основные понятия и законы геометрической и волновой оптики, их экспериментальное подтверждение		
ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса		У.2 Умеет применять законы оптики и методы исследования оптических явлений для решения физических задач разного вида	

ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач			В.2 Владеет основными понятиями и законами геометрической и волновой оптики для осуществления профессиональной деятельности
--	--	--	---

Компетенции связаны с дисциплинами и практиками через матрицу компетенций согласно таблице 2.

Таблица 2 - Компетенции, формируемые в результате обучения

<b>Код и наименование компетенции</b>	
<b>Составляющая учебного плана (дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции)</b>	<b>Вес дисциплины в формировании компетенции (100 / количество дисциплин, практик)</b>
<b>ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний</b>	
Безопасность жизнедеятельности	4,17
Педагогика	4,17
Возрастная анатомия, физиология и гигиена	4,17
Основы медицинских знаний и здорового образа жизни	4,17
Математический анализ	4,17
производственная практика (преддипломная)	4,17
производственная практика (педагогическая)	4,17
Алгебра	4,17
Геометрия	4,17
Общая и экспериментальная физика (квантовая физика)	4,17
Общая и экспериментальная физика (механика)	4,17
<b>Общая и экспериментальная физика (оптика)</b>	<b>4,17</b>
Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм)	4,17
Теория чисел	4,17
Вводный курс математики	4,17
Проективная геометрия	4,17
Комплексный экзамен по педагогике и психологии	4,17
Модели воспитывающей среды в образовательных организациях, организация отдыха детей и их оздоровления	4,17
учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))	4,17
Экзамен по модулю "Модуль 3 "Здоровьесберегающий"	4,17
Методы статистической обработки информации	4,17
Общая и экспериментальная физика (молекулярная)	4,17
учебная практика (проектно-исследовательская)	4,17
Химия	4,17
<b>ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности</b>	
Дискретная математика	2,38
Математическая логика	2,38
Математический анализ	2,38
Численные методы	2,38
производственная практика (преддипломная)	2,38
Электротехника	2,38
Алгебра	2,38
Астрономия	2,38
Геометрия	2,38
Математическая физика	2,38
Методика обучения и воспитания (математика)	2,38
Методика обучения и воспитания (физика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (квантовая физика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (механика)	2,38

<b>Общая и экспериментальная физика (оптика)</b>	<b>2,38</b>
Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм)	2,38
Основания геометрии	2,38
Основы теоретической физики (квантовая механика)	2,38
Основы теоретической физики (классическая механика)	2,38
Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика)	2,38
Основы теоретической физики (СТО)	2,38
Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)	2,38
Основы теоретической физики (физика твердого тела)	2,38
Основы теоретической физики (электродинамика)	2,38
Теория чисел	2,38
Школьный физический кабинет	2,38
Элементарная математика	2,38
Вводный курс математики	2,38
Дифференциальные уравнения	2,38
Практикум по тригонометрии	2,38
Практикум по элементарной алгебре	2,38
Практикум по элементарной геометрии	2,38
Проективная геометрия	2,38
Методы статистической обработки информации	2,38
Образовательная электроника	2,38
Общая и экспериментальная физика (молекулярная)	2,38
Основы электроники	2,38
Теория функций комплексного и действительного переменного	2,38
учебная практика (по математике)	2,38
учебная практика (по физике)	2,38
учебная практика (проектно-исследовательская)	2,38
Химия	2,38

Таблица 3 - Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

<b>Код компетенции</b>	<b>Этап базовой подготовки</b>	<b>Этап расширения и углубления подготовки</b>	<b>Этап профессионально-практической подготовки</b>
------------------------	--------------------------------	--	---

ОПК-8	<p>Безопасность жизнедеятельности, Педагогика, Возрастная анатомия, физиология и гигиена, Основы медицинских знаний и здорового образа жизни, Математический анализ, производственная практика (преддипломная), производственная практика (педагогическая), Алгебра, Геометрия, Общая и экспериментальная физика (квантовая физика), Общая и экспериментальная физика (механика), Общая и экспериментальная физика (оптика), Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм), Теория чисел, Вводный курс математики, Проективная геометрия, Комплексный экзамен по педагогике и психологии, Модели воспитывающей среды в образовательных организациях, организация отдыха детей и их оздоровления, учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), Экзамен по модулю "Модуль 3 "Здоровьесберегающий"", Методы статистической обработки информации, Общая и экспериментальная физика (молекулярная), учебная практика (проектно-исследовательская), Химия</p>		<p>производственная практика (преддипломная), производственная практика (педагогическая), учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)), учебная практика (проектно-исследовательская)</p>
-------	---	--	---

ПК-1	<p>Дискретная математика, Математическая логика, Математический анализ, Численные методы, производственная практика (преддипломная), Электротехника, Алгебра, Астрономия, Геометрия, Математическая физика, Методика обучения и воспитания (математика), Методика обучения и воспитания (физика), Общая и экспериментальная физика (квантовая физика), Общая и экспериментальная физика (механика), Общая и экспериментальная физика (оптика), Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм), Основания геометрии, Основы теоретической физики (квантовая механика), Основы теоретической физики (классическая механика), Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика), Основы теоретической физики (СТО), Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц), Основы теоретической физики (физика твердого тела), Основы теоретической физики (электродинамика), Теория чисел, Школьный физический кабинет, Элементарная математика, Вводный курс математики, Дифференциальные уравнения, Практикум по тригонометрии, Практикум по элементарной алгебре, Практикум по элементарной геометрии, Проективная геометрия, Методы статистической обработки информации, Образовательная электроника, Общая и экспериментальная физика (молекулярная), Основы электроники, Теория функций комплексного и действительного переменного, учебная практика (по математике), учебная практика (по физике), учебная практика</p>		<p>производственная практика (преддипломная), учебная практика (по математике), учебная практика (по физике), учебная практика (проектно-исследовательская)</p>
------	---	--	---



**Раздел 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4 - Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения учебной дисциплины (в соответствии с РПД)

№	Раздел
<b>Формируемые компетенции</b>	
<b>Показатели сформированности (в терминах «знать», «уметь», «владеть»)</b>	
<b>Виды оценочных средств</b>	
1	Раздел 1. Вводный. Фотометрия
ОПК-8 ПК-1	
Знать знать теоретические основы геометрической и волновой оптики, историю их формирования Знать знает основные понятия и законы геометрической и волновой оптики, их экспериментальное подтверждение	
Конспект по теме	
Уметь уметь демонстрировать оптические явления, объяснять результаты физического эксперимента по оптике, уметь решать физические задачи по оптике Уметь умеет применять законы оптики и методы исследования оптических явлений для решения физических задач разного вида	
Задача Отчет по лабораторной работе	
Владеть владеть методами научного познания для освоения теоретических и экспериментальных основ оптики Владеть владеет основными понятиями и законами геометрической и волновой оптики для осуществления профессиональной деятельности	
Задания к лекции Задача Отчет по лабораторной работе	
2	Раздел 2. Геометрическая оптика
ОПК-8 ПК-1	
Знать знать теоретические основы геометрической и волновой оптики, историю их формирования Знать знает основные понятия и законы геометрической и волновой оптики, их экспериментальное подтверждение	
Конспект по теме	
Уметь уметь демонстрировать оптические явления, объяснять результаты физического эксперимента по оптике, уметь решать физические задачи по оптике Уметь умеет применять законы оптики и методы исследования оптических явлений для решения физических задач разного вида	
Задача Отчет по лабораторной работе	
Владеть владеть методами научного познания для освоения теоретических и экспериментальных основ оптики Владеть владеет основными понятиями и законами геометрической и волновой оптики для осуществления профессиональной деятельности	
Задания к лекции Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе	
3	Раздел 3. Волновая оптика
ОПК-8 ПК-1	
Знать знать теоретические основы геометрической и волновой оптики, историю их формирования Знать знает основные понятия и законы геометрической и волновой оптики, их экспериментальное подтверждение	
Конспект по теме	
Уметь уметь демонстрировать оптические явления, объяснять результаты физического эксперимента по оптике, уметь решать физические задачи по оптике Уметь умеет применять законы оптики и методы исследования оптических явлений для решения физических задач разного вида	
Задача Отчет по лабораторной работе	
Владеть владеть методами научного познания для освоения теоретических и экспериментальных основ оптики Владеть владеет основными понятиями и законами геометрической и волновой оптики для осуществления профессиональной деятельности	
Задания к лекции Контрольная работа по разделу/теме Отчет по лабораторной работе	
4	Раздел 4. Оптические свойства сред. Релятивистские эффекты в оптике
ОПК-8 ПК-1	



<p>Знать знать теоретические основы геометрической и волновой оптики, историю их формирования</p> <p>Знать знает основные понятия и законы геометрической и волновой оптики, их экспериментальное подтверждение</p>	Конспект по теме
<p>Уметь уметь демонстрировать оптические явления, объяснять результаты физического эксперимента по оптике, уметь решать физические задачи по оптике</p> <p>Уметь умеет применять законы оптики и методы исследования оптических явлений для решения физических задач разного вида</p>	<p>Задача</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p>
<p>Владеть владеть методами научного познания для освоения теоретических и экспериментальных основ оптики</p> <p>Владеть владеет основными понятиями и законами геометрической и волновой оптики для осуществления профессиональной деятельности</p>	<p>Задания к лекции</p> <p>Контрольная работа по разделу/теме</p> <p>Отчет по лабораторной работе</p>

Таблица 5 - Описание уровней и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Код	Содержание компетенции			
Уровни освоения компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая оценка)	% освоения (рейтинговая оценка)
ОПК-8	ОПК-8 способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний			
ПК-1	ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деят...			

### Раздел 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

#### 1. Оценочные средства для текущего контроля

Раздел: Раздел 1. Вводный. Фотометрия

##### *Задания для оценки знаний*

###### 1. Конспект по теме:

Вопросы к семинару "Волновая теория света и законы геометрической оптики"

1. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики
2. Законы отражения и преломления света. Доказательства на основе теорий: Ньютона, Гюйгенса-Френеля и метода Ферма.
3. Астрономические и лабораторные методы измерения скорости света. Результаты измерения скорости света как основа специальной теории относительности Эйнштейна

Вопросы к семинару «Фотометрия»

1. Энергетические фотометрические величины (поток излучения, сила излучения /энергетическая сила света/, энергетическая яркость, энергетическая светимость, энергетическая освещенность /энергетическое освещивание, облученность/). Телесный угол (определение, единица измерения).
2. Кривая видности (иметь с собой)
3. Световые фотометрические величины (световой поток, сила света, светимость, яркость, освещенность) по плану: (определение, что характеризует, обозначение, единицы измерения, основные формулы, связь с другими величинами)
4. Закон освещенности (вывод формулы, практическое применение)
5. Закон Ламберта

##### *Задания для оценки умений*

###### 1. Задача:

ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия» Вариант 1

1. На стакан, наполненный водой, положена стеклянная пластинка. Под каким углом  $i$  должен падать на пластинку луч света, чтобы от поверхности раздела вода-стекло произошло полное внутреннее отражение? Показатель преломления стекла  $n_1=1,5$ .
2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку ( $n = 1,5$ ) толщиной  $d = 5$  см падает под углом  $i = 30^\circ$  луч света. Определить боковое смещение луча, прошедшего сквозь эту пластинку.
3. Преломляющий угол призмы  $2^\circ$ . Определить угол наименьшего отклонения луча при прохождении через призму с показателем преломления 1,5.
4. Луч падает перпендикулярно на боковую грань прямой стеклянной призмы, в основании которой лежит равнобедренный треугольник с углом при вершине  $20^\circ$ . На сколько градусов отклонится луч при выходе из призмы по сравнению с первоначальным направлением, если луч внутри призмы падает: а) на вторую боковую грань; б) на основание?
5. 21 марта, в день весеннего равноденствия, на Северной Земле Солнце стоит в полдень под углом  $10^\circ$  к горизонту. Во сколько раз освещенность площадки, поставленной вертикально, будет больше освещенности горизонтальной площадки?
6. На какой высоте надо поместить лампочку силой света 10 кд над листом матовой белой бумаги, чтобы яркость бумаги была 1 нт, если коэффициент отражения бумаги 0,8?

ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия» Вариант 2

1. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча  $\alpha = 42^\circ 23'$ . Найти скорость  $v_1$  распространения света в скипидаре.
2. На какой глубине находится водолаз, если он видит отраженные от поверхности воды те части горизонтального дна, которые от него находятся на расстоянии 15 м и дальше. Рост водолаза 1,8 м.
3. Луч света выходит из призмы под тем же углом, под каким входит в призму, причем отклоняется от первоначального направления на угол  $15^\circ$ . Преломляющий угол призмы  $45^\circ$ . Найти показатель преломления вещества призмы.
4. Сечение стеклянной призмы имеет форму равностороннего треугольника. Луч падает на одну из граней перпендикулярно ей. Найдите угол между направлениями падающего луча и луча, вышедшего из призмы. Показатель преломления стекла 1,5.

5. В полдень во время весеннего и осеннего равноденствия Солнце стоит на экваторе в зените. Во сколько раз в это время освещенность поверхности Земли на экваторе больше освещенности по-верхности Земли в Санкт-Петербурге? Широта Санкт-Петербурга  $\varphi = 60^\circ$ .
6. Над центром круглом стола радиусом 80 см на высоте 60 см висит лампа силой света 100 кд. Определить освещенность в центре стола, на его краю, световой поток, падающий на стол.

#### ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия» Вариант 3

1. 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  $30^\circ$ .
2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $h = 1$  см падает луч света под углом  $i = 60^\circ$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,73$ . Часть света отражается, а часть, преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности пластинки и, преломляясь вторично, выходит обратно в воздух параллельно первому отраженному лучу. Найти расстояние  $l$  между лучами.
3. Пучок света скользит вдоль боковой грани равнобедренной призмы. При каком предельном преломляющем угле  $n$  призмы преломленные лучи претерпят полное внутреннее отражение на второй боковой грани? Показатель преломления материала призмы для этих лучей  $n = 1,6$ .
4. На стеклянную призму с преломляющим углом  $60^\circ$  и показателем преломления 1,5 падает луч света под углом  $30^\circ$ . Определить угол отклонения луча при выходе из призмы.
5. В центре квадратной комнаты площадью  $S = 25$  м<sup>2</sup> висит лампа. На какой высоте  $h$  от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?
6. Для печатания фотоснимка на расстоянии 1 м от лампы, имеющей силу света 60 кд, требуется экспозиция в 1,5 с. Какова будет экспозиция при лампе в 25 кд на расстоянии 1,5 м? Предполагается, что общее количество световой энергии, полученной фотоснимком в обоих случаях, одинаково.

## 2. Отчет по лабораторной работе:

### Выполнение работы "Проверка закона освещенности"

1. Определите зависимость освещенности от расстояния между источником света и фотоэлементом. Считая, что сила фототока пропорциональна освещенности ( $E \sim I_f$ ), постройте графики зависимости  $I_f$  от  $R^{-2}$  для двух различных значений напряжения.
2. Определите зависимость освещенности от угла падения световых лучей. При определенном расстоянии фотоэлемента от лампы накаливания снимите зависимость силы фототока  $I_f$  от угла поворота плоскости фотоэлемента вокруг оси через каждые  $15^\circ$ . Опыт повторите при двух различных напряжениях.
3. Постройте графики зависимости силы фототока  $I_f$  от  $\cos \alpha$  и сделайте вывод о зависимости освещенности от косинуса угла падения.
4. По графикам проанализируйте зависимость освещенности от расстояния, силы света, угла падения и сделайте вывод о справедливости закона освещенности.

### Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. В каких единицах измеряется сила света?
2. Сформулируйте закон освещенности.
3. Что берется за единицу освещенности?
4. Каким прибором, и в каких единицах измеряют освещенность?
5. Как пользоваться люксметром?
6. Выпишите из справочника нормы освещенности для учебных помещений. Определите, рабочее место представителей каких профессий требует максимальной освещенности? Почему?
7. Основываясь на законе освещенности, объясните смену времен года на Земле.

### Выполнение работы "Определение показателя преломления твердых и жидких тел"

#### Измерения:

1. Отрегулировать источник света так, чтобы лучи света попадали в щель верхней части металлической оправки, где помещается призма А (нижняя щель должна быть при этом закрыта).
2. Осторожно раскрыть створку между верхней и нижней частями барабана. Протереть чистой тряпкой призмы А и В, при помощи пипетки взять несколько капель чистой воды и нанести на горизонтальную грань призмы В.
3. Закрыть призму В верхней призмой А. Обнаруженную в поле зрения окуляра границу света и тени совместить с центром крестообразной отметки. Если на границе раздела заметна окрашенная кайма, то следует ее устранить компенсатором.

4. Записать показания левой шкалы в том месте, где шкала пересекается границей света и тени. Прибор считается отрегулированным, если при комнатной температуре показатель преломления чистой воды окажется равным 1,333
5. То же самое проделать с водными растворами сахара различной концентрации. Измерения для каждого раствора производятся не менее трех раз.
6. Построить график зависимости показателя преломления от концентрации водного раствора сахара и написать уравнение этой зависимости.
7. Пользуясь построенным графиком, определите концентрацию неизвестного раствора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Сформулируйте определение показателя преломления. От чего зависит абсолютный показатель преломления вещества?
2. Что такое относительный показатель преломления?
3. На каком физическом явлении основано определение показателя преломления твердых тел с помощью микроскопа? Выведите формулу для определения показателя преломления.
4. На каком физическом явлении основано определение показателя преломления твердых тел с помощью рефрактометра?
5. Почему прибор называется рефрактометром?
6. Рассмотрите ход лучей в рефрактометре.
7. Приведите примеры использования полного внутреннего отражения в технике.
8. В чем заключается своеобразная огранка драгоценных камней и с чем это связано?

### *Задания для оценки владений*

#### **1. Задания к лекции:**

Составить конспект: Астрономические и лабораторные методы измерения скорости света.

Составить конспект: Основные фотометрические величины: освещенность, сила света, яркость, светимость, световой поток. Их измерение

#### **2. Задача:**

ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия»      Вариант 1

1. На стакан, наполненный водой, положена стеклянная пластинка. Под каким углом  $i$  должен падать на пластинку луч света, чтобы от поверхности раздела вода-стекло произошло полное внутреннее отражение? Показатель преломления стекла  $n_1=1,5$ .
2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку ( $n = 1,5$ ) толщиной  $d = 5$  см падает под углом  $i = 30^\circ$  луч света. Определить боковое смещение луча, прошедшего сквозь эту пластинку.
3. Преломляющий угол призмы  $2^\circ$ . Определить угол наименьшего отклонения луча при прохождении через призму с показателем преломления 1,5.
4. Луч падает перпендикулярно на боковую грань прямой стеклянной призмы, в основании которой лежит равнобедренный треугольник с углом при вершине  $20^\circ$ . На сколько градусов отклонится луч при выходе из призмы по сравнению с первоначальным направлением, если луч внутри призмы падает: а) на вторую боковую грань; б) на основание?
5. 21 марта, в день весеннего равноденствия, на Северной Земле Солнце стоит в полдень под углом  $10^\circ$  к горизонту. Во сколько раз освещенность площадки, поставленной вертикально, будет больше освещенности горизонтальной площадки?
6. На какой высоте надо поместить лампочку силой света 10 кд над листом матовой белой бумаги, чтобы яркость бумаги была 1 нт, если коэффициент отражения бумаги 0,8?

ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия»      Вариант 2

1. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча  $\alpha = 42^\circ 23'$ . Найти скорость  $v_1$  распространения света в скипидаре.
2. На какой глубине находится водолаз, если он видит отраженные от поверхности воды те части горизонтального дна, которые от него находятся на расстоянии 15 м и дальше. Рост водолаза 1,8 м.
3. Луч света выходит из призмы под тем же углом, под каким входит в призму, причем отклоняется от первоначального направления на угол  $15^\circ$ . Преломляющий угол призмы  $45^\circ$ . Найти показатель преломления вещества призмы.
4. Сечение стеклянной призмы имеет форму равностороннего треугольника. Луч падает на одну из граней перпендикулярно ей. Найдите угол между направлениями падающего луча и луча, вышедшего из призмы. Показатель преломления стекла 1,5.

5. В полдень во время весеннего и осеннего равноденствия Солнце стоит на экваторе в зените. Во сколько раз в это время освещенность поверхности Земли на экваторе больше освещенности по-верхности Земли в Санкт-Петербурге? Широта Санкт-Петербурга  $\varphi = 60^\circ$ .
6. Над центром круглом стола радиусом 80 см на высоте 60 см висит лампа силой света 100 кд. Определить освещенность в центре стола, на его краю, световой поток, падающий на стол.

#### ИДЗ № 1 «Отражение и преломление на плоской поверхности. Фотометрия» Вариант 3

1. 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  $30^\circ$ .
2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $h = 1$  см падает луч света под углом  $i = 60^\circ$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,73$ . Часть света отражается, а часть, преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности пластинки и, преломляясь вторично, выходит обратно в воздух параллельно первому отраженному лучу. Найти расстояние  $l$  между лучами.
3. Пучок света скользит вдоль боковой грани равнобедренной призмы. При каком предельном преломляющем угле  $n$  призмы преломленные лучи претерпят полное внутреннее отражение на второй боковой грани? Показатель преломления материала призмы для этих лучей  $n = 1,6$ .
4. На стеклянную призму с преломляющим углом  $60^\circ$  и показателем преломления 1,5 падает луч света под углом  $30^\circ$ . Определить угол отклонения луча при выходе из призмы.
5. В центре квадратной комнаты площадью  $S = 25$  м<sup>2</sup> висит лампа. На какой высоте  $h$  от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?
6. Для печатания фотоснимка на расстоянии 1 м от лампы, имеющей силу света 60 кд, требуется экспозиция в 1,5 с. Какова будет экспозиция при лампе в 25 кд на расстоянии 1,5 м? Предполагается, что общее количество световой энергии, полученной фотоснимком в обоих случаях, одинаково.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

Выполнение работы "Проверка закона освещенности"

1. Определите зависимость освещенности от расстояния между источником света и фотоэлементом. Считая, что сила фототока пропорциональна освещенности ( $E \sim I_f$ ), постройте графики зависимости  $I_f$  от  $R^{-2}$  для двух различных значений напряжения.
2. Определите зависимость освещенности от угла падения световых лучей. При определенном расстоянии фотоэлемента от лампы накаливания снимите зависимость силы фототока  $I_f$  от угла поворота плоскости фотоэлемента вокруг оси через каждые  $15^\circ$ . Опыт повторите при двух различных напряжениях.
3. Постройте графики зависимости силы фототока  $I_f$  от  $\cos \alpha$  и сделайте вывод о зависимости освещенности от косинуса угла падения.
4. По графикам проанализируйте зависимость освещенности от расстояния, силы света, угла падения и сделайте вывод о справедливости закона освещенности.

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. В каких единицах измеряется сила света?
2. Сформулируйте закон освещенности.
3. Что берется за единицу освещенности?
4. Каким прибором, и в каких единицах измеряют освещенность?
5. Как пользоваться люксметром?
6. Выпишите из справочника нормы освещенности для учебных помещений. Определите, рабочее место представителей каких профессий требует максимальной освещенности? Почему?
7. Основываясь на законе освещенности, объясните смену времен года на Земле.

Выполнение работы "Определение показателя преломления твердых и жидких тел"

Измерения:

1. Отрегулировать источник света так, чтобы лучи света попадали в щель верхней части металлической оправки, где помещается призма А (нижняя щель должна быть при этом закрыта).
2. Осторожно раскрыть створку между верхней и нижней частями барабана. Протереть чистой тряпкой призмы А и В, при помощи пипетки взять несколько капель чистой воды и нанести на горизонтальную грань призмы В.
3. Закрыть призму В верхней призмой А. Обнаруженную в поле зрения окуляра границу света и тени совместить с центром крестообразной отметки. Если на границе раздела заметна окрашенная кайма, то следует ее устранить компенсатором.

4. Записать показания левой шкалы в том месте, где шкала пересекается границей света и тени. Прибор считается отрегулированным, если при комнатной температуре показатель преломления чистой воды окажется равным 1,333
5. То же самое проделать с водными растворами сахара различной концентрации. Измерения для каждого раствора производятся не менее трех раз.
6. Построить график зависимости показателя преломления от концентрации водного раствора сахара и написать уравнение этой зависимости.
7. Пользуясь построенным графиком, определите концентрацию неизвестного раствора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Сформулируйте определение показателя преломления. От чего зависит абсолютный показатель преломления вещества?
2. Что такое относительный показатель преломления?
3. На каком физическом явлении основано определение показателя преломления твердых тел с помощью микроскопа? Выведите формулу для определения показателя преломления.
4. На каком физическом явлении основано определение показателя преломления твердых тел с помощью рефрактометра?
5. Почему прибор называется рефрактометром?
6. Рассмотрите ход лучей в рефрактометре.
7. Приведите примеры использования полного внутреннего отражения в технике.
8. В чем заключается своеобразная огранка драгоценных камней и с чем это связано?

Раздел: Раздел 2. Геометрическая оптика

### *Задания для оценки знаний*

#### **1. Конспект по теме:**

Семинар по теме "Законы геометрической оптики"

1. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики.
2. Плоские зеркала и призмы. Построение изображений.
3. Сферические зеркала, построение изображений, формула сферического зеркала.
4. Основное уравнение параксиальной оптики.
5. Преломление на сферической поверхности. Нулевой инвариант Аббе.
6. Тонкая линза, формула тонкой линзы. Линзы собирающая и рассеивающая, построение изображений

Семинар № 3

1. Толстые линзы и оптические системы. Кардинальные точки и плоскости.
2. Оптические приборы: лупа, микроскоп, телескоп.
3. Глаз как оптический прибор. Дефекты зрения
4. Увеличение и разрешающая способность оптических приборов. Поле зрения

### *Задания для оценки умений*

#### **1. Задача:**

Задачи по теме "Законы геометрической оптики"

ИДЗ № 2 «Геометрическая оптика» Вариант 1

1. Построить изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале, если предмет находится между фокусом зеркала и зеркалом. Укажите все построения поэтапно.
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. Найти фокусное расстояние  $F$  для следующих линз: а) линза двояковыпуклая:  $R_1=15$  см,  $R_2=25$  см; б) линза плосковыпуклая  $R_1=25$  см.
4. Экран находится на расстоянии  $l$  от горящей свечи. Помещая между свечой и экраном линзу, можно получить резкое изображение свечи на экране при двух положениях линзы, удаленных друг от друга на расстояние  $a$ . Показать, что в этом случае для нахождения фокусного расстояния линзы можно пользоваться формулой .
5. На рисунках показаны положения оптической оси тонкой линзы, предмет  $S$  и его изображение  $S'$ . Найти построением положение линзы и ее фокусов.

ИДЗ № 2 «Геометрическая оптика» Вариант 2

1. Построить изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале, если предмет находится между фокусом и центром зеркала. Укажите все построения поэтапно.

2. Радиус кривизны выпуклого зеркала 50 см. Предмет высотой 15 см находится на расстоянии 1 м от зеркала. Определить расстояние до изображения и его высоту.
3. Найти фокусное расстояние  $F$  для следующих линз: а) линза вогнуто-выпуклая:  $R_1=20$  см,  $R_2=25$  см; б) линза плосковогнутая  $R_2=15$  см.
4. Экран находится на расстоянии 100 см от свечи. Помещая между свечой и экраном собирающую тонкую линзу, можно получить изображение свечи на экране при двух положениях линзы, отстоящих на расстоянии 20 см. Определить фокусное расстояние линзы.
5. На рисунке показаны положения оптической оси тонкой линзы, предмет  $S$  и его изображение  $S'$ . Найти построением положение линзы и ее фокусов.

ИДЗ № 2 «Геометрическая оптика»

Вариант 3

1. Построить изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале, если предмет находится между фокусом зеркала и его полюсом. Укажите все построения поэтапно.
2. Выпуклое зеркало имеет радиус кривизны  $R = 60$  см. На расстоянии  $a_1=10$  см от зеркала поставлен предмет высотой  $y_1 = 2$  см. Найти положение и высоту  $y_2$  изображения. Сделать чертеж.
3. Одна поверхность линзы плоская, другая – сферическая. Оптическая сила линзы 1 дптр. Линза изготовлена из материала с показателем преломления 1,6. Определите радиус сферической поверхности линзы.
4. Собирающая линза дает резкие изображения на экране при двух положениях линзы, отстоящих друг от друга на расстоянии  $k$ . Доказать, что в этом случае  $F = (L^2 - k^2)/4L$ , где  $L$  – расстояние между предметом и экраном, остающееся постоянным.
5. На рисунке показаны положения оптической оси тонкой линзы и ход проходящего через нее луча  $ABC$ . Найти построением ход произвольного луча  $DE$  за линзой.

Задачи по теме "Оптические системы"

ИДЗ № 3 «Толстые линзы. Оптические системы. Оптические приборы» Вариант 1

1. Найти положения главных и фокальных плоскостей, изобразить схематично их взаимное расположение для стеклянных линз (в воздухе) следующих форм: а) передняя поверхность линзы выпуклая ( $R_1 = 13$  см), задняя плоская, а толщина линзы 3,5 см; б) передняя поверхность выпуклая ( $R_1 = 6,5$  см), задняя вогнутая ( $R_2 = 13$  см), толщина линзы 3,5 см. (С. 38-54)
2. Пусть  $F$  и  $F'$  – передний и задний фокусы оптической системы,  $H$  и  $H'$  – ее передняя и задняя главные точки. Найти построением положение изображения  $S'$  точки  $S$  для следующих относительных расположений для следующих относительных расположений точек  $S, F, F', H$  и  $H'$ : а)  $FSHH'F'$ ; б)  $SHF'FH'$ .
3. Телеобъектив состоит из двух тонких линз – передней собирающей и задней рассеивающей с оптическими силами  $D_1 = 10$  дптр и  $D_2 = -10$  дптр. Найти фокусное расстояние и положение главных плоскостей этой системы, если расстояние между линзами  $d = 4$  см.
4. Найти увеличение, даваемой лупой с фокусным расстоянием 2 см, для: а) нормального глаза с расстоянием наилучшего зрения 25 см; б) близорукого глаза с расстоянием наилучшего зрения 15 см.
5. Микроскоп состоит из объектива с фокусным расстоянием  $F_1 = 2$  мм и окуляра с фокусным расстоянием  $F_2 = 40$  мм. Расстояние между фокусами объектива и окуляра  $d = 18$  см. Найти увеличение, даваемое микроскопом.

ИДЗ № 3 «Толстые линзы. Оптические системы. Оптические приборы» Вариант 2

1. Рассчитать положение главных плоскостей и фокусов толстой выпукло-вогнутой стеклянной линзы, если радиус кривизны выпуклой поверхности  $R_1 = 10$  см, вогнутой  $R_2 = 5$  см и толщина линзы  $d = 3$  см. Показатель преломления для стекла 1,5.
2. Пусть  $F$  и  $F'$  – передний и задний фокусы оптической системы,  $H$  и  $H'$  – ее передняя и задняя главные точки. Найти построением положение изображения  $S'$  точки  $S$  для следующих относительных расположений для следующих относительных расположений точек  $S, F, F', H$  и  $H'$ : а)  $H'S'F'FH$ ; б)  $F'SH'HF$ .
3. Собирающая и рассеивающая линзы сложены вплотную. Расстояние от предмета до системы линз 45 см, а от системы линз до изображения 90 см. Определить фокусное расстояние рассеивающей линзы, если для собирающей оно равно 20 см.
4. Лупа, представляющая собой двояковыпуклую линзу, изготовленную из стекла с показателем преломления 1,6. Радиусы кривизны поверхностей линзы одинаковы и равны 12 см. Определить увеличение лупы.
5. Расстояние между фокусами объектива и окуляра внутри микроскопа равно 16 см. Фокусное расстояние объектива равно 4 мм. С каким фокусным расстоянием следует взять окуляр, чтобы получить увеличение 500.

ИДЗ № 3 «Толстые линзы. Оптические системы. Оптические приборы» Вариант 3

1. Найти положения главных и фокальных плоскостей, изобразить схематично их взаимное расположение для стеклянных линз (в воздухе) следующих форм: а) обе поверхности линзы выпуклые ( $R = 13$  см), толщина линзы 3,5 см; б) передняя поверхность линзы вогнутая ( $R_1 = 6,5$  см), задняя выпуклая ( $R_2 = 13$  см), толщина линзы 3,5 см. (С. 38-54)
2. Определить построением положение кардинальных точек и плоскостей системы линз, если одна из них собирающая, а другая – рассеивающая, если: а) расстояние между линзами равно сумме фокусных расстояний; б) расстояние между линзами больше суммы фокусных расстояний; в) расстояние между линзами меньше суммы фокусных расстояний.
3. На оптической скамье расположены две собирающие линзы с фокусными расстояниями 12 см и 15 см, расстояние между ними 36 см. Найдите фокусное расстояние оптической системы.
4. Человек без очков читает книгу, располагая ее перед собой на расстоянии 12,5 см. Какой оптической силы очки следует ему носить?
5. Микроскоп дает увеличение в 640 раз. Предмет отстоит от объектива на 0,41 см. Фокусное расстояние объектива 0,4 см. Определить фокусное расстояние окуляра и длину тубуса микроскопа, если изображение получилось на расстоянии 24 см.

## 2. Отчет по лабораторной работе:

Задание к лабораторной работе "Определение кардинальных точек и плоскостей системы линз"

- а) Используйте систему из двух собирающих линз. Первоначально убедитесь построением, что линзы тонкие. Необходимо выполнить работу геометрически и проверить вычислением по формуле сложения.
- б) Направляя на каждую из линз луч света параллельно главной оптической оси, определите их фокусные расстояния.
- в) Расположите линзы на расстоянии  $d > (f_1 + f_2)$ , направьте на систему луч света параллельно главной оптической оси слева и справа, зарисуйте ход этих лучей после прохождения системы. Уберите линзы и сделайте необходимые построения по определению фокусов и главных плоскостей системы. Проверьте результаты вычислением по формуле сложения.
- г) Расположите линзы на расстоянии  $d < (f_1 + f_2)$ , выполните работу согласно пункту в).
- д) Расположите линзы на расстоянии  $d = (f_1 + f_2)$ . Определите положение главных точек и плоскостей для этого случая.

Контрольные вопросы к лабораторной работе.

1. Дайте определение толстой и тонкой линзам.
2. Дайте определение центрированной оптической системы.
3. Что такое кардинальные точки и плоскости?
4. Приведите формулы для увеличений систем.
5. Выведите формулу Ньютона для толстой линзы.
6. Что такое толщины линзы? Интервал системы?
7. Покажете ход лучей в системе тонких линз и интервал систем.
8. Определите значения слагаемых формулы сложения системы.

Задание к лабораторной работе "Изучение зрительной трубы"

Выполнение работы

1. Определение поля зрения трубы
2. Определение увеличения зрительной трубы
3. Определение разрешающей способности глаза и зрительной трубы

Задание к лабораторной работе "Изучение микроскопа"

Выполнение работы

1. Определение цены деления окулярной шкалы
2. Измерение размеров мелких предметов
3. Определение постоянной дифракционной решетки
4. Определение увеличения микроскопа

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Сформулируйте определение: оптическая система, кардинальные точки и плоскости оптической системы.
2. Постройте ход лучей света в микроскопе.
3. Чем различаются микроскоп и телескоп?
4. Дайте определение увеличению микроскопа. От чего зависит эта величина? Приведите пример увеличений различных микроскопов.
5. Каким физическим явлением ограничено увеличение оптического микроскопа?
6. Какой минимальный размер предметов можно увидеть в оптический микроскоп, который используется в лабораторной работе?



7. С какой целью используют диафрагмы в оптических приборах?
8. Каким образом можно сфотографировать изображение, даваемое микроскопом?

### *Задания для оценки владений*

#### **1. Задания к лекции:**

3. Постройте изображение стрелочки в линзе. Точками показано положение фокусов
4. Телескоп: определение телескопической системы, крупно и аккуратно нарисуйте схему хода лучей; угловое увеличение.

#### **2. Контрольная работа по разделу/теме:**

Письменная проверочная работа №1

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 1

1. На высоте 5 м над центром спортивной площадки висит лампа. Принимая лампу за точечный источник, определите, на каком расстоянии от центра площадки освещенность площадки в два раза меньше, чем в центре.
2. Радиус кривизны вогнутого зеркала 50 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет мнимым и увеличенным в 2 раза. Сделайте чертеж.
3. Луч света входит в стеклянную призму под углом  $\alpha/6$  и выходит из призмы под углом  $\alpha/3$ , причем, пройдя призму, отклоняется от первоначального направления на угол  $\alpha/4$ . Найдите преломляющий угол призмы. Сделайте чертеж.
4. Оптическая сила линзы в воздухе 5,5 дптр, а в жидкости 1,63 дптр. Определить показатель преломления жидкости.
5. На оптической скамье расположены две собирающие линзы с фокусными расстояниями 12 и 15 см и расстоянием между ними 36 см. Найдите фокусное расстояние оптической системы. Укажите построением положение фокусов и главных плоскостей системы двух линз.

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 2

1. Над центром круглого стола радиусом 80 см на высоте 60 см висит лампа силой света 100 кд. Определить освещенность в центре стола и на его краю.
2. На какой глубине находится водолаз, если он видит отраженные от поверхности воды те части горизонтального дна, которые от него находятся на расстоянии 15 м и дальше. Рост водолаза 1,8 м.
3. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в 2 раза. Сделайте чертеж.
4. Одна поверхность линзы плоская, другая – сферическая. Оптическая сила линзы 4 дптр. Линза изготовлена из материала с показателем преломления 1,6. Определите радиус сферической поверхности линзы.
5. Укажите построением положения фокусов и главных плоскостей и рассчитайте фокусное расстояние центрированной оптической системы, если одна из линз собирающая ( $D_1=10$  дптр), а вторая рассеивающая ( $D=-5$  дптр) и расстояние между центрами линз 35 см.

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 3

1. Радиус кривизны выпуклого зеркала 50 см. Предмет высотой 15 см находится на расстоянии 1 м от зеркала. Определить расстояние до изображения и его высоту. Сделайте чертеж.
2. Из стекла с показателем преломления 1,5 сделана толстая линза. Радиус ее первой выпуклой поверхности 20 см, радиус второй, вогнутой, 5 см. Какова толщина линзы, если параллельный пучок света после прохождения линзы остается параллельным?
3. Найти фокусное расстояние  $f_2$  линзы, погруженной в воду, если ее фокусное расстояние в воздухе  $f_1 = 20$  см. Показатель преломления материала линзы 1,6.
4. В центре круглого стола диаметром  $D = 1,2$  м стоит настольная лампа из одной лампочки, расположенной на высоте  $h_1 = 40$  см от поверхности стола. Над центром стола на высоте  $h_2 = 2$  м от его поверхности висит люстра из четырех таких же лампочек. В каком случае освещенность на краю стола будет больше (и во сколько раз): когда горит настольная лампа или когда горит люстра?
5. Укажите построением положения фокусов и главных плоскостей центрированной оптической системы двух собирающих линз ( $f_1, f_2$ ), если расстояние  $d$  между центрами линз больше суммы их фокусных расстояний. Какая это получилась система, собирающая или рассеивающая?

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 4

1. 21 сентября, в день осеннего равноденствия, на острове Врангеля Солнце стоит в полдень под углом  $20^\circ$  к горизонту. Во сколько раз освещенность площадки, поставленной вертикально, будет больше освещенности горизонтальной площадки?

2. Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием 30 см и плосковогнутая с фокусным расстоянием 10 см сложены вплотную плоскими сторонами. На расстоянии 15 см от системы поставлен предмет. Определить расстояние до изображения.
3. Преломляющий угол призмы 20°. Определить угол наименьшего отклонения луча при прохождении через призму с показателем преломления 1,5.
4. Предмет расположен на расстоянии 0,15 м от вершины вогнутого зеркала на его оптической оси. Изображение получилось на расстоянии 0,3 м от зеркала. Куда и на сколько сместится изображение, если предмет приблизить к зеркалу на 0,01 м? Сделайте чертеж.
5. Найти с помощью построения положение главных плоскостей и фокусов центрированной оптической системы, состоящей из собирающей и рассеивающей линз, если  $f_1 = 2d$ ,  $f_2 = -0,5d$ , где  $d$  - расстояние между линзами.

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 1

1. На высоте 5 м над центром спортивной площадки висит лампа. Принимая лампу за точечный источник, определите, на каком расстоянии от центра площадки освещенность площадки в два раза меньше, чем в центре.
2. Радиус кривизны вогнутого зеркала 50 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет мнимым и увеличенным в 2 раза. Сделайте чертеж.
3. Луч света входит в стеклянную призму под углом  $\pi/6$  и выходит из призмы под углом  $\pi/3$ , причем, пройдя призму, отклоняется от первоначального направления на угол  $\pi/4$ . Найдите преломляющий угол призмы. Сделайте чертеж.
4. Оптическая сила линзы в воздухе 5,5 дптр, а в жидкости 1,63 дптр. Определить показатель преломления жидкости.
5. На оптической скамье расположены две собирающие линзы с фокусными расстояниями 12 и 15 см и расстоянием между ними 36 см. Найдите фокусное расстояние оптической системы. Укажите построением положение фокусов и главных плоскостей системы двух линз.

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 2

1. Над центром круглого стола радиусом 80 см на высоте 60 см висит лампа силой света 100 кд. Определить освещенность в центре стола и на его краю.
2. На какой глубине находится водолаз, если он видит отраженные от поверхности воды те части горизонтального дна, которые от него находятся на расстоянии 15 м и дальше. Рост водолаза 1,8 м.
3. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение предмета, при котором его изображение будет действительным и увеличенным в 2 раза. Сделайте чертеж.
4. Одна поверхность линзы плоская, другая – сферическая. Оптическая сила линзы 4 дптр. Линза изготовлена из материала с показателем преломления 1,6. Определите радиус сферической поверхности линзы.
5. Укажите построением положения фокусов и главных плоскостей и рассчитайте фокусное расстояние центрированной оптической системы, если одна из линз собирающая ( $D_1 = 10$  дптр), а вторая рассеивающая ( $D = -5$  дптр) и расстояние между центрами линз 35 см.

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 3

1. Радиус кривизны выпуклого зеркала 50 см. Предмет высотой 15 см находится на расстоянии 1 м от зеркала. Определить расстояние до изображения и его высоту. Сделайте чертеж.
2. Из стекла с показателем преломления 1,5 сделана толстая линза. Радиус ее первой выпуклой поверхности 20 см, радиус второй, вогнутой, 5 см. Какова толщина линзы, если параллельный пучок света после прохождения линзы остается параллельным?
3. Найти фокусное расстояние  $f_2$  линзы, погруженной в воду, если ее фокусное расстояние в воздухе  $f_1 = 20$  см. Показатель преломления материала линзы 1,6.
4. В центре круглого стола диаметром  $D = 1,2$  м стоит настольная лампа из одной лампочки, расположенной на высоте  $h_1 = 40$  см от поверхности стола. Над центром стола на высоте  $h_2 = 2$  м от его поверхности висит люстра из четырех таких же лампочек. В каком случае освещенность на краю стола будет больше (и во сколько раз): когда горит настольная лампа или когда горит люстра?
5. Укажите построением положения фокусов и главных плоскостей центрированной оптической системы двух собирающих линз ( $f_1, f_2$ ), если расстояние  $d$  между центрами линз больше суммы их фокусных расстояний. Какая это получилась система, собирающая или рассеивающая?

ОПТИКА Контрольная работа № 1      Вариант 4

1. 21 сентября, в день осеннего равноденствия, на острове Врангеля Солнце стоит в полдень под углом  $20^\circ$  к горизонту. Во сколько раз освещенность площадки, поставленной вертикально, будет больше освещенности горизонтальной площадки?
2. Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием 30 см и плосковогнутая с фокусным расстоянием 10 см сложены вплотную плоскими сторонами. На расстоянии 15 см от системы поставлен предмет. Определить расстояние до изображения.
3. Преломляющий угол призмы 20°. Определить угол наименьшего отклонения луча при прохождении через призму с показателем преломления 1,5.

4. Предмет расположен на расстоянии 0,15 м от вершины вогнутого зеркала на его оптической оси. Изображение получилось на расстоянии 0,3 м от зеркала. Куда и на сколько сместится изображение, если предмет приблизить к зеркалу на 0,01 м? Сделайте чертеж.
5. Найти с помощью построения положение главных плоскостей и фокусов центрированной оптической системы, состоящей из собирающей и рассеивающей линз, если  $f_1 = 2d$ ,  $f_2 = -0,5d$ , где  $d$  - расстояние между линзами.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

Задание к лабораторной работе "Определение кардинальных точек и плоскостей системы линз"

- a) Используйте систему из двух собирающих линз. Первоначально убедитесь построением, что линзы тонкие. Необходимо выполнить работу геометрически и проверить вычислением по формуле сложения.
- b) Направляя на каждую из линз луч света параллельно главной оптической оси, определите их фокусные расстояния.
- c) Расположите линзы на расстоянии  $d > (f_1 + f_2)$ , направьте на систему луч света параллельно главной оптической оси слева и справа, зарисуйте ход этих лучей после прохождения системы. Уберите линзы и сделайте необходимые построения по определению фокусов и главных плоскостей системы. Проверьте результаты вычислением по формуле сложения.
- d) Расположите линзы на расстоянии  $d < (f_1 + f_2)$ , выполните работу согласно пункту c).
- e) Расположите линзы на расстоянии  $d = (f_1 + f_2)$ . Определите положение главных точек и плоскостей для этого случая.

Контрольные вопросы к лабораторной работе.

1. Дайте определение толстой и тонкой линзам.
2. Дайте определение центрированной оптической системы.
3. Что такое кардинальные точки и плоскости?
4. Приведите формулы для увеличений систем.
5. Выведите формулу Ньютона для толстой линзы.
6. Что такое толщины линзы? Интервал системы?
7. Покажете ход лучей в системе тонких линз и интервал систем.
8. Определите значения слагаемых формулы сложения системы.

Задание к лабораторной работе "Изучение зрительной трубы"

Выполнение работы

1. Определение поля зрения трубы
2. Определение увеличения зрительной трубы
3. Определение разрешающей способности глаза и зрительной трубы

Задание к лабораторной работе "Изучение микроскопа"

Выполнение работы

1. Определение цены деления окулярной шкалы
2. Измерение размеров мелких предметов
3. Определение постоянной дифракционной решетки
4. Определение увеличения микроскопа

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Сформулируйте определение: оптическая система, кардинальные точки и плоскости оптической системы.
2. Постройте ход лучей света в микроскопе.
3. Чем различаются микроскоп и телескоп?
4. Дайте определение увеличению микроскопа. От чего зависит эта величина? Приведите пример увеличений различных микроскопов.
5. Каким физическим явлением ограничено увеличение оптического микроскопа?
6. Какой минимальный размер предметов можно увидеть в оптический микроскоп, который используется в лабораторной работе?
7. С какой целью используют диафрагмы в оптических приборах?
8. Каким образом можно сфотографировать изображение, даваемое микроскопом?

Раздел: Раздел 3. Волновая оптика

### Задания для оценки знаний

#### 1. Конспект по теме:

Семинар "Интерференция света"

1. Когерентность световых волн. Опыт Юнга.
2. Способы осуществления когерентности волн при помощи бисистем Френеля (бизеркала, бипризмы, билин-зы).
3. Интерференция в тонких пленках (полосы равного наклона)
4. Полосы равной толщины (кольца Ньютона)
5. Двухлучевые интерферометры: Майкельсона, Линника, Жамена.
6. Многолучевая интерферометрия. Интерферометры: Фабри-Перо, Люмера-Герке.

#### Семинар "Дифракция света"

1. Метод зон Френеля.
2. Дифракция на щели и на круглом отверстии.
3. Дифракция в параллельных лучах. Метод Фраунгофера.
4. Дифракционная решетка, зависимость картины дифракции от постоянной решетки.
5. Дифракция рентгеновских лучей.
6. Разрешающая способность оптических приборов. Критерий Релея.
7. Основные принципы голографии.

#### Семинар "Поляризация света. Поляризационные приборы"

1. Плоскополяризованный свет. Закон Малюса.
2. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Стопа Столетова.
3. Прохождение света через анизотропную среду. Обыкновенный и необыкновенный лучи.
4. Двойное лучепреломление в кальците. Приборы двойного лучепреломления.
5. Вращение плоскости поляризации оптически активными веществами
6. Применение поляризованных лучей: метод фотоупругости, определение концентрации раствора сахара и т.д.
7. Волновые поверхности в анизотропных кристаллах.
8. Интерференция поляризованных лучей в параллельных и сходящихся лучах.

### *Задания для оценки умений*

#### 1. Задача:

Задачи по теме "Интерференция света"

ИДЗ № 4 «Интерференция света»

Вариант 1

1. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников ( $\lambda=600$  нм). Определите, на сколько полос сместится интерференционная картина, если на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместить стеклянную пластинку ( $n = 1,6$ ) толщиной  $d = 4$  мкм.
2. Два когерентных источника монохроматического света с длиной волны 600 нм находятся на расстоянии 1 мм друг от друга и на одинаковом расстоянии 3 м от экрана (см. схематический рисунок). Объясните, в каких точках экрана наблюдается минимум освещенности. Чему равно расстояние между соседними минимумами?
3. Выведите формулы для расчета и определите ширину интерференционной полосы и число полос для бипризмы Френеля, если ее тупой угол  $179^\circ$ , показатель преломления 1,5, расстояние до светящейся (0,7 мкм) щели 20 см, до экрана 180 см.
4. На тонкую прозрачную плоскопараллельную пластинку ( $n = 1,5$ ) под углом  $50^\circ$  падает белый свет. Определите толщину пленки, при которой она в проходящем свете будет казаться красной? Длину волны красного света принять 670 нм.
5. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально к поверхности пластины. Радиус кривизны линзы 15 м. Наблюдение ведется в отраженном свете. Расстояние между 5 и 25 светлыми кольцами 9 мм. Найти длину волны монохроматического света.

ИДЗ № 4 «Интерференция света»

Вариант 2

1. Когерентные пучки, длина волны которых в вакууме 500 нм, приходят в некоторую точку с геометрической разностью хода 1 мкм. Определите, максимум или минимум наблюдается в этой точке, если пучки приходят: а) в воздухе, б) скипидаре ( $n = 1,5$ ), в) стекле ( $n = 1,75$ ).
2. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Найдите расстояние между красной (длина волны 760 нм) и фиолетовой (длина волны 400 нм) линиями второго интерференционного порядка.
3. Выведите формулы для расчета ширины интерференционной полосы и числа полос для бизеркала Френеля, если они образуют угол  $1790$ . Освещенная щель находится на расстоянии 10 см, а экран на расстоянии 3 м от пересечения зеркал. На зеркало падает монохроматический свет ( $\lambda=500$  нм).

4. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной 1 см наблюдается 10 темных полос. Определить преломляющий угол клина.
5. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластины. 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 падающего света.

#### ИДЗ № 4 «Интерференция света»

#### Вариант 3

- Экран освещен двумя точечными источниками когерентного света с длиной волны 600 нм. В точке экрана, равноудаленной от обоих источников, наблюдается интерференционный максимум. Что наблюдается в точке экрана, где разность хода световых волн равна 1,8 мкм? Чему равна ширина интерференционной полосы?
- Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ( $\lambda_1 = 500$  нм) заменить красным ( $\lambda_2 = 650$  нм)?
- Расстояния от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны 25 см и 100 см. Бипризма стеклянная с преломляющим углом  $20^\circ$ . Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране равна 0,55 мм.
- Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при ее освещении светом с длиной волны 750 нм, перпендикулярным поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась: а) красной, б) черной?
- Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально к поверхности пластины. Фокусное расстояние линзы 76 см. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиус пятого темного кольца равен 0,90 мм. Найти длину волны монохроматического света, если показатель преломления стекла линзы равен 1,5.

#### ИДЗ № 4 «Интерференция света»

#### Вариант 4

- В некоторую точку пространства приходят когерентные лучи с оптической разностью хода 2 мкм. Определите, усилится или ослабится свет в этой точке, если в нее приходят: а) красные лучи с длиной волны 760 нм, б) желтые лучи с длиной волны 600 нм, в) фиолетовые лучи с длиной волны 400 нм.
- В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом с длиной волны 600 нм. Расстояние между отверстиями 1 мм, расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найти положение трех первых полос.
- Интерференционная картина получена при помощи бизеркал, угол между которыми  $12^\circ$ . Расстояния от линии пересечения зеркал до узкой щели 10,0 см, до экрана 120 см. Длина волны света  $\lambda = 0,55$  мкм. Определить ширину интерференционной полосы на экране и число возможных максимумов.
- На тонкую прозрачную пленку нормально падает пучок монохроматического света с длиной волны 480 нм. По мере увеличения толщины пленки наблюдаются чередующиеся максимумы и минимумы отражения света. Показатель преломления материала пленки равен 1,5. Чем объясняется данное явление? На сколько надо увеличить толщину пленки, чтобы один максимум отражения сменился другим?
- Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом (600 нм), падающим нормально к поверхности пластины. Найти показатель преломления жидкости между пластиной и линзой, если при наблюдении в отраженном свете радиус 10 темного кольца оказался равным 2,1 мм. Радиус кривизны линзы 1 м.

#### Задачи по теме "Дифракция света"

#### ИДЗ № 5 «Дифракция света»

#### Вариант 1

- Найти радиусы первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности 1 м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны 500 нм.
- Плоская световая волна с длиной волны 0,5 мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1 см. На каком расстоянии от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: а) одну зону Френеля, б) две зоны Френеля? Каким будет казаться отверстие в каждом случае, светлым или темным?
- На узкую щель, шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 694 нм. Определить направление света на вторую светлую дифракционную полосу по отношению к первоначальному направлению света.
- Найти наибольший порядок спектра для желтой линии натрия (589 нм), если постоянная дифракционной решетки 2 мкм.
- Может ли нормальный человеческий глаз видеть раздельными две фары автомобиля, разнесенные на 1,5 м, с расстояния 10 км? При решении учитывать только дифракцию. Диаметр зрачка в темноте 5 мм, длина световой волны 500 нм. На каком наибольшем расстоянии фары могут быть разрешены?

## ИДЗ № 5 «Дифракция света»

## Вариант 2

1. Найти радиусы первых пяти зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны 500 нм.
2. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого можно менять в процессе опыта. Расстояние от диафрагмы с круглым отверстием до источника и экрана равны соответственно 100 и 125 см. Определите длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при радиусе 1 мм и следующий максимум при радиусе 1,29 мм.
3. На узкую щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см.
4. Вычислить углы, соответствующие дифракционным максимумам первого и второго порядков для света с длинами волн  $\lambda_1 = 400$  нм и  $\lambda_2 = 700$  нм, если дифракционная решетка содержит 104 штрихов на 1 см.
5. Чему должна быть равна постоянная решетки шириной 2,5 см, чтобы в первом порядке был разрешен дублет натрия с длинами волн 589 и 589,6 нм?

## ИДЗ № 5 «Дифракция света»

## Вариант 3

1. Определите радиус пятой зоны Френеля для плоского волнового фронта ( $\lambda = 500$  нм), если построение делается для точки наблюдения, находящейся на расстоянии 1 м от волнового фронта.
2. На узкую щель, шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели на расстоянии 1 м. Определить расстояние между вторыми дифракционными минимумами.
3. Определить длину волны спектральной линии, изображение которой, даваемое дифракционной решеткой в спектре 3 порядка совпадает с изображением линии 486 нм в спектре 4 порядка.
4. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу 300 соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм.
5. На шпиль высотного здания укреплены одна под другой две красные лампы ( $\lambda = 640$  нм). Расстояние  $d$  между лампами 20 см. Здание рассматривают ночью в телескоп с расстояния  $r = 15$  км. Определить наименьший диаметр  $D$  объектива, при котором в его фокальной плоскости получатся раздельные дифракционные изображения.

## ИДЗ № 5 «Дифракция света»

## Вариант 4

1. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии  $l = 4$  м от точечного источника света с  $\lambda = 500$  нм. На расстоянии  $a = 0,5l$  от источника помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным.
2. На узкую щель шириной 20 мкм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить ширину центрального дифракционного максимума, если расстояние  $l$  от щели до экрана 1 м.
3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет (600 нм). Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная 2 мкм.
4. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, образует спектр на экране, отстоящем на расстоянии 1 м. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут находиться фиолетовые границы спектров второго порядка.
5. Диаметр зеркала телескопа Маунт-Паломар 5,1 м. Каков минимальный размер объекта на Луне, различаемого в этот телескоп? Расстояние до Луны  $3,8 \cdot 10^5$  км, длина волны 550 нм.

## Задачи по теме "Поляризация света"

## ИДЗ № 6 «Поляризация света»

## Вариант 1

1. Определить степень поляризации частично поляризованного света, если амплитуда светового вектора, соответствующая максимальной интенсивности света, в 3 раза больше амплитуды, соответствующей его минимальной интенсивности.
2. Пучок естественного света падает на стеклянную призму под углом 300 к ее поверхности. Определить показатель преломления стекла, если отраженный луч полностью поляризован.
3. Два поляризатора ориентированы под углом 45° относительно друг друга. На них падает неполяризованный свет. Какая доля интенсивности света пройдет через оба поляризатора?
4. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть длины волны для  $\lambda = 530$  нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны  $n_o - n_e = 0,01$ .
5. Определить массовую концентрацию сахарного раствора, если при прохождении света через трубку длиной 20 см с этим раствором плоскость поляризации света поворачивается на угол  $\varphi = 100$ . Удельное вращение сахара  $[\alpha] = 1,17 \cdot 10^{-2}$  рад\*м<sup>2</sup>/кг.

## ИДЗ № 6 «Поляризация света»

## Вариант 2

1. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определить отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной.
2. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения отраженный свет полностью поляризован?
3. Два поляризатора ориентированы так, что пропускают максимум света. На какой угол следует повернуть один из них, чтобы интенсивность прошедшего света уменьшилась вдвое?
4. Кристаллическая пластинка из исландского шпата с наименьшей толщиной 0,86 мкм служит пластинкой в четверть волны для  $\lambda=0,59$  мкм. Определить разность  $\Delta n$  показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей.
5. Угол поворота плоскости поляризации желтого света натрия при прохождении через трубку с раствором сахара равен 400. Длина трубки равна 15 см. Удельное вращение сахара равно  $1,17 \cdot 10^{-2}$  рад\*м<sup>2</sup>/кг.

## ИДЗ № 6 «Поляризация света»

## Вариант 3

1. Определить степень поляризации частично поляризованного света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.
2. Определить показатель преломления стекла, если при отражении от него света отраженный от него луч полностью поляризован при угле преломления 350.
3. Под каким углом следует расположить оси двух поляризаторов, чтобы интенсивность падающего неполяризованного света уменьшилась: 1) в 3 раза; 2) в 10 раз?
4. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть длины волны для  $\lambda=530$  нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны  $n_o - n_e = 0,01$ .
5. Раствор глюкозы с массовой концентрацией  $C_1=0,21$  г/см<sup>3</sup>, находящийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через раствор, на угол  $\phi_1=240$ . Определить массовую концентрацию  $C_2$  глюкозы в другом растворе в трубке такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол  $\phi_2=180$ .

## ИДЗ № 6 «Поляризация света»

## Вариант 4

1. Определить степень поляризации частично поляризованного света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света в 5 раз больше интенсивности естественного.
2. Определить, под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы лучи, отраженные от поверхности озера ( $n=1,33$ ), были максимально поляризованы.
3. Естественный луч падает на систему из 3-х последовательно расположенных поляризаторов, причем оптическая ось среднего из них составляет  $60^\circ$  с направлением оптической оси двух других. Коэффициент пропускания каждого поляризатора 0,81. Во сколько раз уменьшится интенсивность света после прохождения через эту систему?
4. Кристаллическая пластинка толщиной 0,25 мм служит пластинкой в четверть волны для  $\lambda=0,53$  мкм. Определить, для каких еще длин волн в области видимого спектра она будет также пластинкой в четверть волны. Разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей считать для всех лучей видимого спектра  $\Delta n=0,009$ .
5. Определить толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации монохроматического света определенной длины волны  $\phi=1800$ . Удельное вращение в кварце для данной длины волны  $\alpha=0,52$  рад/мм.

**2. Отчет по лабораторной работе:**

Задание к лабораторной работе "Интерференция света"

1. Определение радиуса кривизны сферической поверхности линзы
2. Определение длины световой волны

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Что такое интерференция?
2. Какие лучи называются когерентными?
3. Когда световые волны усиливают друг друга, а когда гасят?
4. В чем отличие полей в отраженном и проходящем свете?
5. В чем отличие полос равного наклона от полос равной толщины?
6. Опишите экспериментальную установку для использования колец Ньютона.

- 7 От чего зависит разность хода в опыте с кольцами Ньютона?
8. Почему радиусы колец различны для лучей разной длины волны.
9. Выведите формулу для определения радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона при известной длине волны монохроматического света. Предложите другой способ для определения кривизны линзы
10. Как пронаблюдать интерференцию в природе? Почему мыльные пузыри и масляные пятна на поверхности воды окрашены?

Задание к лабораторной работе "Дифракция света"

1. Определение длины волны лазера
2. Определение постоянной дифракционной решетки.
3. Определение диаметра отверстия

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Что такое дифракция света?
2. Как устроена дифракционная решетка?
3. Какая величина называется периодом решетки?
4. Запишите формулу для условия максимума дифракционной решетки.
5. Опишите дифракционную картину. Угол дифракции.
7. Выведите формулу для определения длины волны света с помощью дифракционной решетки.
8. Укажите, в каком случае, получают максимум, а в каком минимум на дифракционной картине.
9. Как определить размер диаметра малого отверстия с помощью дифракции?
10. В чем смысл зонной теории Френеля для объяснения дифракционной картины.

Задание к лабораторной работе "Поляризация света"

1. Исследование поляризации отраженного света
2. Исследование поляризации света, прошедшего через пластину
3. Изучение закона Малюса

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Чем отличается естественный свет от плоскополяризованного и частично поляризованного света?
2. Могут ли продольные волны быть плоско поляризованными?
3. Перечислите способы получения поляризованного света.
4. В чем состоит явления двойного лучепреломления?
5. Сформулируйте закон Брюстера.
6. Что такое угол Брюстера?
7. Объясните положение плоскостей поляризации отраженного и преломленного света на основе формул Френеля.
8. Покажите, что отраженный и преломленный лучи при соблюдении условия Брюстера будут взаимно перпендикулярны.

### *Задания для оценки владений*

#### **1. Задания к лекции:**

Задания к лекциям

Почему в сильно поглощающих свет тонких плоскопараллельных плёнках интерференция не наблюдается? Что называется волновым цугом?

Почему кольца Ньютона сгущаются при увеличении их радиуса (при удалении от точки касания линзы и пластинки)?

Почему в центре интерференционной картины колец Ньютона в отраженном свете всегда наблюдается темное пятно?

Почему кольца наблюдаются лишь вблизи точки касания линзы и пластинки?

Какова будет форма полос интерференции, если на плоскую стеклянную пластинку положить цилиндрическую линзу?

Оцените различия угловых ширин полос для длин волн 700 нм при значениях  $m$ , равных 1 и 4

Измерение углового диаметра звёзд. Методы Физо-Майкельсона и Брауна-Твисса

Каково влияние на картину дифракции размеров решётки? Полного количества штрихов?

Как изменится картина дифракции при увеличении числа щелей?

#### **2. Контрольная работа по разделу/теме:**

Письменная проверочная работа №2 (Раздел 5)

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 1.



1. В интерференционной установке с бисеркалами Френеля источником служит узкая щель, параллельная линии пересечения зеркал, находящаяся на расстоянии 10 см от нее. Угол между зеркалами  $12^\circ$ . Интерференционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 1,2 м от линии пересечения зеркал. Определить ширину интерференционных полос на экране и число их.
2. На тонкую пленку ( $n=1,35$ ) падает параллельный пучок света под углом  $30^\circ$ . При какой толщине пленки отраженный свет будет наиболее окрашен в красный цвет ( $\lambda=750$  нм).
3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом ( $\lambda=500$  нм), падающим по нормали к поверхности пластинки. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено водой. Найти толщину слоя воды в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо в отраженном свете.
4. Точечный источник света с длиной волны 500 нм расположен на расстоянии 1 м от диафрагмы с круглым отверстием радиусом 1 мм. Найти расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии равно 3. Что будет видеть наблюдатель на экране?
5. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Определить угол, соответствующий наибольшему порядку спектра, полученному при помощи этой решетки, если ее постоянная  $d=2$  мкм.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 2.

1. Расстояния от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны 25 см и 100 см. Бипризма стеклянная с преломляющим углом  $20^\circ$ . Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране равна 0,55 мм.
2. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. После того как пространство между линзой и пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.
3. На диафрагму с диаметром отверстия 1,96 мм падает нормально монохроматический пучок света ( $\lambda=600$  нм). При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно?
4. На узкую щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели на расстоянии 1 м. Определить расстояние между вторыми дифракционными минимумами.
5. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу  $\varphi=300^\circ$  соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны  $\lambda=0,50$  мкм.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 3

1. Определить угол между зеркалами Френеля, если расстояние между максимумами интерференции на экране равно 1 мм. Расстояние от линии пересечения зеркал до экрана 1 м, а до источника 10 см. Длина волны света 486 нм.
2. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца ( $\lambda_1=4 \cdot 10^{-5}$  см). Наблюдение проводится в проходящем свете. Фокусное расстояние плосковыпуклой линзы равен 5 м.
3. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при ее освещении светом с длиной волны 750 нм, перпендикулярным поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась: а) красной, б) черной?
4. От дифракционной решетки до экрана 1 м. При освещении решетки монохроматическим светом с длиной волны 500 нм расстояние между максимумами первого порядка равно 2 см. Определите период решетки и число штрихов, приходящихся на 1 мм такой решетки.
5. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от источника монохроматического света ( $\lambda=500$  нм). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 4

1. Расстояние между щелями в опыте Юнга 0,5 мм, длина волны света 550 нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем равно 1 мм?
2. Плосковыпуклая линза с показателем преломления  $n=1,6$  выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус третьего светлого кольца в отраженном свете ( $\lambda=0,6$  мкм) равен 0,9 мм. Определить фокусное расстояние линзы.
3. Плоская световая волна ( $\lambda=0,7$  мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом 1,4 мм. Определить расстояния  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

4. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, образует спектр на экране, отстоящем на расстоянии 1 м. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут находиться фиолетовые границы спектров второго порядка?
5. На тонкую пленку ( $n=1,33$ ) падает параллельный пучок света под углом  $45^\circ$ . При какой толщине пленки отраженный свет будет наиболее окрашен в желтый цвет ( $\lambda=600$  нм).

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 1.

1. В интерференционной установке с бисзеркалами Френеля источником служит узкая щель, параллельная линии пересечения зеркал, находящаяся на расстоянии 10 см от нее. Угол между зеркалами  $12'$ . Интерференционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 1,2 м от линии пересечения зеркал. Определить ширину интерференционных полос на экране и число их.
2. На тонкую пленку ( $n=1,35$ ) падает параллельный пучок света под углом  $30^\circ$ . При какой толщине пленки отраженный свет будет наиболее окрашен в красный цвет ( $\lambda=750$  нм).
3. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом ( $\lambda=500$  нм), падающим по нормали к поверхности пластинки. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено водой. Найти толщину слоя воды в том месте, где наблюдается третье светлое кольцо в отраженном свете.
4. Точечный источник света с длиной волны 500 нм расположен на расстоянии 1 м от диафрагмы с круглым отверстием радиусом 1 мм. Найти расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии равно 3. Что будет видеть наблюдатель на экране?
5. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Определить угол, соответствующий наибольшему порядку спектра, полученному при помощи этой решетки, если ее постоянная  $d=2$  мкм.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 2.

1. Расстояния от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равны 25 см и 100 см. Бипризма стеклянная с преломляющим углом  $20'$ . Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране равна 0,55 мм.
2. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. После того как пространство между линзой и пластинкой заполнили жидкостью, радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,25 раза. Найти показатель преломления жидкости.
3. На диафрагму с диаметром отверстия 1,96 мм падает нормально монохроматический пучок света ( $\lambda=600$  нм). При каком наибольшем расстоянии между диафрагмой и экраном в центре дифракционной картины еще будет наблюдаться темное пятно?
4. На узкую щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели на расстоянии 1 м. Определить расстояние между вторыми дифракционными минимумами.
5. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу  $\varphi=300$  соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны  $\lambda=0,50$  мкм.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 3

1. Определить угол между зеркалами Френеля, если расстояние между максимумами интерференции на экране равно 1 мм. Расстояние от линии пересечения зеркал до экрана 1 м, а до источника 10 см. Длина волны света 486 нм.
2. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца ( $\lambda_1=4 \cdot 10^{-5}$  см). Наблюдение проводится в проходящем свете. Фокусное расстояние плосковыпуклой линзы равен 5 м.
3. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при ее освещении светом с длиной волны 750 нм, перпендикулярным поверхности пластинки, она в отраженном свете казалась: а) красной, б) черной?
4. От дифракционной решетки до экрана 1 м. При освещении решетки монохроматическим светом с длиной волны 500 нм расстояние между максимумами первого порядка равно 2 см. Определите период решетки и число штрихов, приходящихся на 1 мм такой решетки.
5. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии 4 м от источника монохроматического света ( $\lambda=500$  нм). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным.

КР № 2 «Волновая оптика» Вариант 4

1. Расстояние между щелями в опыте Юнга 0,5 мм, длина волны света 550 нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами на нем равно 1 мм?

2. Плосковыпуклая линза с показателем преломления  $n=1,6$  выпуклой стороной лежит на стеклянной пла-стинке. Радиус третьего светлого кольца в отраженном свете ( $\lambda=0,6$  мкм) равен 0,9 мм. Определить фо-кусное расстояние линзы.
3. Плоская световая волна ( $\lambda = 0,7$  мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом 1,4 мм. Определить расстояния  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.
4. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, образует спектр на экране, отстоящем на рас-стоянии 1 м. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут находиться фиолетовые границы спек-тров второго порядка?
5. На тонкую пленку ( $n=1,33$ ) падает параллельный пучок света под углом  $45^\circ$ . При какой толщине пленки от-раженный свет будет наиболее окрашен в желтый цвет ( $\lambda=600$  нм).

### 3. Отчет по лабораторной работе:

Задание к лабораторной работе "Интерференция света"

1. Определение радиуса кривизны сферической поверхности линзы
2. Определение длины световой волны

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Что такое интерференция?
2. Какие лучи называются когерентными?
3. Когда световые волны усиливают друг друга, а когда гасят?
4. В чем отличие полей в отраженном и проходящем свете?
5. В чем отличие полос равного наклона от полос равной толщины?
6. Опишите экспериментальную установку для использования колец Ньютона.
7. От чего зависит разность хода в опыте с кольцами Ньютона?
8. Почему радиусы колец различны для лучей разной длины волны.
9. Выведите формулу для определения радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона при известной длине волны монохроматического света. Предложите другой способ для определения кривизны линзы
10. Как пронаблюдать интерференцию в природе? Почему мыльные пузыри и масляные пятна на поверхности воды окрашены?

Задание к лабораторной работе "Дифракция света"

1. Определение длины волны лазера
2. Определение постоянной дифракционной решетки.
3. Определение диаметра отверстия

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Что такое дифракция света?
2. Как устроена дифракционная решетка?
3. Какая величина называется периодом решетки?
4. Запишите формулу для условия максимума дифракционной решетки.
5. Опишите дифракционную картину. Угол дифракции.
7. Выведите формулу для определения длины волны света с помощью дифракционной решетки.
8. Укажите, в каком случае, получают максимум, а в каком минимум на дифракционной картине.
9. Как определить размер диаметра малого отверстия с помощью дифракции?
10. В чем смысл зонной теории Френеля для объяснения дифракционной картины.

Задание к лабораторной работе "Поляризация света"

1. Исследование поляризации отраженного света
2. Исследование поляризации света, прошедшего через пластину
3. Изучение закона Малюса

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. Чем отличается естественный свет от плоскополяризованного и частично поляризованного света?
2. Могут ли продольные волны быть плоско поляризованными?
3. Перечислите способы получения поляризованного света.
4. В чем состоит явления двойного лучепреломления?
5. Сформулируйте закон Брюстера.
6. Что такое угол Брюстера?

7. Объясните положение плоскостей поляризации отраженного и преломленного света на основе формул Френеля.
8. Покажите, что отраженный и преломленный лучи при соблюдении условия Брюстера будут взаимно перпендикулярны.

Раздел: Раздел 4. Оптические свойства сред. Релятивистские эффекты в оптике

*Задания для оценки знаний*

**1. Конспект по теме:**

Семинар "Взаимодействие света с веществом"

1. Нормальная и аномальная дисперсия света. Электронная теория дисперсии.
2. Поглощение света.
3. Молекулярное рассеяние света. Теория Релея (про частоту в 4-й степени).
4. Опыты по определению скорости света.
5. Эффект Доплера в оптике. Эффект Вавилова-Черенкова

*Задания для оценки умений*

**1. Задача:**

В своих оптических опытах Ньютон использовал стеклянную треугольную призму. Справедливы ли утверждения? ОТВЕТ ПОЯСНИТЕ!

- А. При переходе из воздуха в стекло изменяется длина волны света. (У)
- Б. Красный свет распространяется в стекле быстрее, чем зеленый. (В)
2. На рисунке изображена дисперсионная кривая для некоторого вещества. В каком диапазоне частот наблюдается аномальная дисперсия?
3. Стеклянная призма разлагает белый свет. На рисунках представлен ход лучей в призме. Правильно отражен ход лучей на рисунке...

**2. Отчет по лабораторной работе:**

Задание к лабораторной работе "Дисперсия света"

1. Для трех светофильтров рассчитайте среднее значение оптической силы линзы и показатель преломления с точностью до тысячных.
2. Постройте график зависимости показателя преломления стекла от длины волны.
3. Сделайте вывод на основе полученного графика, обоснуйте его теоретически.

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. В чем суть и физическая причина дисперсии с точки зрения электронной теории вещества?
2. Схематично изобразите нормальную и аномальную ветви дисперсионной кривой. Дайте их физическую интерпретацию.
3. Стеклянная призма разлагает белый свет. На рисунке представлен ход лучей в призме. Объясните, где правильно отражен ход лучей.

*Задания для оценки владений*

**1. Задания к лекции:**

Взаимодействие света с веществом

История открытия и использование явлений: Эффект Доплера в оптике и Эффект Вавилова-Черенкова

**2. Контрольная работа по разделу/теме:**

Итоговая контрольная работа по курсу ОиЭФ (оптика)

Вариант 1

1. Длина световой волны в веществе 460 нм, а в вакууме 700 нм.
  - 1) Чему равна частота света?
  - 2) Рассчитайте абсолютный показатель преломления этой жидкости.
  - 3) Определите угол падения, при котором естественный свет, отраженный от этого вещества, будет полностью поляризован?
2. На идеальный поляризатор падает свет интенсивности  $J_0$  от полупроводникового лазера.

- 1) Как изменится интенсивность света за поляризатором при вращении поляризатора вокруг направления распространения луча?
- 2) Определите угол между направлениями плоскости колебаний и плоскостью пропускания поляризатора, если интенсивность света лазера уменьшится при прохождении через поляроид в 2 раза?
3. Дифракционная решетка имеет 200 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м.
  - 1) Чему равен период этой решетки?
  - 2) Запишите формулу главных максимумов дифракционной решетки и поясните смысл входящих в нее величин.
  - 3) Определите ширину спектра первого порядка при освещении решетки белым светом (длины волн от 380 нм до 720 нм).
4. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,3 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 2 м от них.
  - 1) Как окрашен центр интерференционной картины? Почему?
  - 2) Линия какого цвета в спектре первого порядка будет дальше всего от центрального максимума?
  - 3) Определите расстояние между двумя максимумами первого порядка при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 500 нм.
5. На рисунке изображена оптическая система трубы Кеплера, точками отмечены их фокусы.
  - 1) Постройте дальнейший ход луча.
  - 2) Определите положение фокусов системы.
  - 3) Обозначьте отрезок, соответствующий фокусному расстоянию системы.

Итоговая контрольная работа по курсу ОиЭФ (оптика)

Вариант 2

1. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц.
  - 1) Чему равна скорость света в жидкости?
  - 2) Рассчитайте абсолютный показатель преломления этой жидкости.
  - 3) Определите угол падения, при котором естественный свет, отраженный от этой жидкости, будет полностью поляризован?
2. На идеальный поляризатор падает частично поляризованный свет интенсивности  $J_0$ .
  - 1) Как изменится интенсивность света за поляризатором при вращении поляризатора вокруг направления распространения луча?
  - 2) Определите степень поляризации частично поляризованного света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.
3. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м.
  - 1) Чему равен период этой решетки?
  - 2) Линия какого цвета в спектре первого порядка будет ближе всего от центрального максимума?
  - 3) Определите расстояние между двумя максимумами первого порядка при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 550 нм.
4. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них.
  - 1) Как окрашен центр интерференционной картины? Почему?
  - 2) При каком условии на экране будут наблюдаться интерференционные максимумы?
  - 3) Определите ширину интерференционной полосы при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 500 нм.
5. На рисунке изображена оптическая система микроскопа, точками отмечены их фокусы.
  - 1) Постройте дальнейший ход луча.
  - 2) Определите положение фокусов системы.
  - 3) Обозначьте отрезок, соответствующий фокусному расстоянию системы.

Итоговая контрольная работа по курсу ОиЭФ (оптика)

Вариант 1

1. Длина световой волны в веществе 460 нм, а в вакууме 700 нм.
  - 1) Чему равна частота света?
  - 2) Рассчитайте абсолютный показатель преломления этой жидкости.
  - 3) Определите угол падения, при котором естественный свет, отраженный от этого вещества, будет полностью поляризован?
2. На идеальный поляризатор падает свет интенсивности  $J_0$  от полупроводникового лазера.
  - 1) Как изменится интенсивность света за поляризатором при вращении поляризатора вокруг направления распространения луча?

- 2) Определите угол между направлениями плоскости колебаний и плоскостью пропускания поляризатора, если интенсивность света лазера уменьшится при прохождении через поляроид в 2 раза?
3. Дифракционная решетка имеет 200 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м.
  - 1) Чему равен период этой решетки?
  - 2) Запишите формулу главных максимумов дифракционной решетки и поясните смысл входящих в нее величин.
  - 3) Определите ширину спектра первого порядка при освещении решетки белым светом (длины волн от 380 нм до 720 нм).
4. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,3 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 2 м от них.
  - 1) Как окрашен центр интерференционной картины? Почему?
  - 2) Линия какого цвета в спектре первого порядка будет дальше всего от центрального максимума?
  - 3) Определите расстояние между двумя максимумами первого порядка при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 500 нм.
5. На рисунке изображена оптическая система трубы Кеплера, точками отмечены их фокусы.
  - 1) Постройте дальнейший ход луча.
  - 2) Определите положение фокусов системы.
  - 3) Обозначьте отрезок, соответствующий фокусному расстоянию системы.

Итоговая контрольная работа по курсу ОиЭФ (оптика)

Вариант 2

1. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц.
  - 1) Чему равна скорость света в жидкости?
  - 2) Рассчитайте абсолютный показатель преломления этой жидкости.
  - 3) Определите угол падения, при котором естественный свет, отраженный от этой жидкости, будет полностью поляризован?
2. На идеальный поляризатор падает частично поляризованный свет интенсивности  $J_0$ .
  - 1) Как изменится интенсивность света за поляризатором при вращении поляризатора вокруг направления распространения луча?
  - 2) Определите степень поляризации частично поляризованного света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.
3. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м.
  - 1) Чему равен период этой решетки?
  - 2) Линия какого цвета в спектре первого порядка будет ближе всего от центрального максимума?
  - 3) Определите расстояние между двумя максимумами первого порядка при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 550 нм.
4. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них.
  - 1) Как окрашен центр интерференционной картины? Почему?
  - 2) При каком условии на экране будут наблюдаться интерференционные максимумы?
  - 3) Определите ширину интерференционной полосы при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 500 нм.
5. На рисунке изображена оптическая система микроскопа, точками отмечены их фокусы.
  - 1) Постройте дальнейший ход луча.
  - 2) Определите положение фокусов системы.
  - 3) Обозначьте отрезок, соответствующий фокусному расстоянию системы.

### 3. Отчет по лабораторной работе:

Задание к лабораторной работе "Дисперсия света"

1. Для трех светофильтров рассчитайте среднее значение оптической силы линзы и показатель преломления с точностью до тысячных.
2. Постройте график зависимости показателя преломления стекла от длины волны.
3. Сделайте вывод на основе полученного графика, обоснуйте его теоретически.

Контрольные вопросы к лабораторной работе

1. В чем суть и физическая причина дисперсии с точки зрения электронной теории вещества?
2. Схематично изобразите нормальную и аномальную ветви дисперсионной кривой. Дайте их физическую интерпретацию.

3. Стеклянная призма разлагает белый свет. На рисунке представлен ход лучей в призме. Объясните, где правильно отражен ход лучей.

## 2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 1. Зачет

Вопросы к зачету:

1. Дайте определение понятиям световой поток, функция видности, сила света, освещенность
2. Дайте определение понятиям светимость, яркость, телесный угол
3. Дайте определение понятиям показатель преломления, полное внутреннее отражение
4. Дайте определение понятиям показатель преломления, полное внутреннее отражение, оптическая длина пути
5. Дайте определение понятиям главная оптическая ось, побочная оптическая ось, фокус, фокусное расстояние
6. Дайте определение понятиям действительное изображение, мнимое изображение
7. Дайте определение понятиям тонкая и толстая линзы, оптическая сила
8. Дайте определение понятиям Оптическая система, центрированная оптическая система, толстая линза
9. Дайте определение понятиям кардинальные точки и плоскости (главные, фокальные и узловые)
10. Дайте определение понятиям линейное и угловое увеличение
11. Дайте определение понятиям стигматизм, астигматизм
12. Дайте определение понятиям, поле зрения, диафрагма, объектив, окуляр
13. Дайте определение понятиям лупа, микроскоп, телескоп (телескопическая система)
14. Дайте определение понятиям глаз, дефекты зрения, разрешающая способность
15. Дайте определение понятиям апертура, числовая апертура, разрешающая способность
16. Дайте определение понятиям рефрактор (труба Галилея, труба Кеплера), рефлектор
17. Дайте определение понятиям Интерференция света, бисистемы, разность хода, условия максимума и минимума
18. Дайте определение понятиям пространственная и временная когерентность
19. Дайте определение понятиям полосы равной толщины, полосы равного наклона, кольца Ньютона
20. Дайте определение понятиям многолучевая интерференция, интерферометр
21. Дайте определение понятиям Дифракция, зона Френеля, зонная пластинка,
22. Дайте определение понятиям дифракция Френеля и Фраунгофера, дифракционная решетка, постоянная решетки
23. Дайте определение понятиям Анизотропия сред, плоскость поляризации, оптическая ось кристалла, поляризация света
24. Дайте определение понятиям поляризация света, поляризатор, анализатор, призма Николя
25. Дайте определение понятиям пластинки полуволновая и четвертьволновая, дихроизм
26. Дайте определение понятиям явление Брюстера, угол Брюстера, двойное лучепреломление
27. Дайте определение понятиям Дисперсия света, аномальная и нормальная дисперсии, поглощение света
28. Дайте определение понятиям поглощение света, рассеяние света, эффект Тиндала
29. Дайте определение понятиям скорости света фазовая и групповая, эффект Доплера, эффект Вавилова-Черенкова, нелинейная оптика
30. Дайте определение понятиям Оптика, геометрическая оптика, параксиальная оптика, волновая оптика точечный источник света, протяженный источник света, световой поток

Практические задания:

1. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $h = 1$  см падает луч света под углом  $i = 60^\circ$ . Показатель преломления стекла  $n = 1,73$ . Часть света отражается, а часть, преломляясь, проходит в стекло, отражается от нижней поверхности пластинки и, преломляясь вторично, выходит обратно в воздух параллельно первому отраженному лучу. Найти расстояние  $l$  между лучами.
2. Пучок света скользит вдоль боковой грани равнобедренной призмы. При каком предельном преломляющем угле  $n$  призмы преломленные лучи претерпят полное внутреннее отражение на второй боковой грани? Показатель преломления материала призмы для этих лучей  $n = 1,6$ .
3. На стеклянную призму с преломляющим углом  $60^\circ$  и показателем преломления  $1,5$  падает луч света под углом  $30^\circ$ . Определить угол отклонения луча при выходе из призмы.
4. В центре квадратной комнаты площадью  $S = 25$  м<sup>2</sup> висит лампа. На какой высоте  $h$  от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?

5. Для печатания фотоснимка на расстоянии 1 м от лампы, имеющей силу света 60 кд, требуется экспозиция в 1,5 с. Какова будет экспозиция при лампе в 25 кд на расстоянии 1,5 м? Предполагается, что общее количество световой энергии, полученной фотоснимком в обоих случаях, одинаково.
6. Построить изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале, если предмет находится между фокусом зеркала и зеркалом.
7. Вогнутое зеркало имеет фокусное расстояние 40 см. Предмет расположен на расстоянии 30 см от зеркала. Найти изображение предмета.
8. Найти фокусное расстояние  $F$  для следующих линз: а) линза двояковыпуклая:  $R_1=15$  см,  $R_2=-25$  см; б) линза плосковыпуклая  $R_1=15$  см.
9. Предмет находится на расстоянии 90 см экрана. Между предметом и экраном перемещают тонкую собирающую линзу, причем при одном ее положении получается увеличенное изображение, а при другом – уменьшенное. Каково фокусное расстояние линзы, если линейные размеры первого изображения в четыре раза больше размеров второго?
10. Найти положения главных и фокальных плоскостей, изобразить схематично их взаимное расположение для стеклянных линз (в воздухе) следующих форм: а) обе поверхности линзы выпуклые ( $R = 13$  см), толщина линзы 3,5 см; б) передняя поверхность линзы вогнутая ( $R_1 = 6,5$  см), задняя выпуклая ( $R_2 = 13$  см), толщина линзы 3,5 см.
11. Определить построением положение кардинальных точек и плоскостей системы линз, если одна из них собирающая, а другая – рассеивающая, если: а) расстояние между линзами равно сумме фокусных расстояний; б) расстояние между линзами больше суммы фокусных расстояний; в) расстояние между линзами меньше суммы фокусных расстояний.
12. На оптической скамье расположены две собирающие линзы с фокусными расстояниями 12 см и 15 см, расстояние между ними 36 см. Найдите фокусное расстояние оптической системы.
13. Человек без очков читает книгу, располагая ее перед собой на расстоянии 12,5 см. Какой оптической силы очки следует ему носить?
14. Микроскоп дает увеличение в 640 раз. Предмет отстоит от объектива на 0,41 см. Фокусное расстояние объектива 0,4 см. Определить фокусное расстояние окуляра и длину тубуса микроскопа, если изображение получилось на расстоянии 24 см.
15. Когерентные пучки, длина волны которых в вакууме 500 нм, приходят в некоторую точку с геометрической разностью хода 1 мкм. Определите, максимум или минимум наблюдается в этой точке, если пучки приходят: а) в воздухе, б) скипидаре ( $n = 1,5$ ), в) стекле ( $n = 1,75$ ).
16. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана равны соответственно  $a = 30$  см и  $b = 1,5$  м. Бипризма стеклянная ( $n = 1,5$ ) с преломляющим углом  $20^\circ$ . Определите ширину интерференционных полос, если длина волны монохроматического света равна 630 нм.
17. Выведите формулы для расчета ширины интерференционной полосы и числа полос для бизеркал Френеля, если они образуют угол 179 градусов. Освещенная щель находится на расстоянии 10 см, а экран на расстоянии 3 м от пересечения зеркал. На зеркало падает монохроматический свет ( $\lambda=500$  нм).
18. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной 1 см наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол клина.
19. 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 падающего света.
20. Найти радиусы первых пяти зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны 500 нм.
21. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с круглым отверстием, радиус которого можно менять в процессе опыта. Расстояние от диафрагмы с круглым отверстием до источника и экрана равны соответственно 100 и 125 см. Определите длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при радиусе 1 мм и следующий максимум при радиусе 1,29 мм.
22. На узкую щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см.
23. Вычислить углы, соответствующие дифракционным максимумам первого и второго порядков для света с длинами волн  $\lambda_1 = 400$  нм и  $\lambda_2 = 700$  нм, если дифракционная решетка содержит 104 штрихов на 1 см.
24. Чему должна быть равна постоянная решетки шириной 2,5 см, чтобы в первом порядке был разрешен дублет натрия с длинами волн 589 и 589,6 нм?
25. Определить степень поляризации частично поляризованного света, который представляет собой смесь естественного света с плоскополяризованным, если интенсивность поляризованного света равна интенсивности естественного.



26. Определить показатель преломления стекла, если при отражении от него света от-раженный от него луч полностью поляризован при угле преломления 35градусов.
27. Под каким углом следует расположить оси двух поляризаторов, чтобы интенсивность падающего неполяризованного света уменьшилась: 1) в 3 раза; 2) в 10 раз?
28. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть длины волны для  $\lambda=530$  нм, если разность показателей преломления обыкновенного и не-обыкновенного лучей для данной длины волны  $n_e-n_o=0,01$ .
29. Раствор глюкозы с массовой концентрацией  $C_1=0,21$  г/см<sup>3</sup>, находящийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через раствор, на угол  $\phi_1=240$ . Определить массовую концентрацию  $C_2$  глюкозы в другом растворе в трубке такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол  $\phi_2=180$ .
30. 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  $30^\circ$ .

## 2. Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Теории Ньютона и Гюйгенса о природе света. Объяснение на их основе законов геомет-рической оптики.
2. Электромагнитная природа света. Теория Максвелла.
3. Основные законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение.
4. Фотометрические величины. Функция видности.
5. Освещенность. Закон освещенности и его проявление.
6. Плоские и сферические зеркала. Построение изображения в зеркалах. Уравнение сфе-рического зеркала.
7. Преломление света на сферической поверхности. Инвариант Аббе.
8. Уравнение призмы. Системы призм и их применение.
9. Тонкие линзы. Построение изображений. Уравнение Ньютона.
10. Формула тонкой линзы. Построение изображения с помощью тонкой линзы.
11. Микроскоп. Ход лучей и увеличение микроскопа.
12. Линейное увеличение. Основное уравнение параксиальной оптики.
13. Система тонких линз. Уравнение системы тонких линз. Кардинальные точки и плос-кости.
14. Глаз человека как оптический прибор, дефекты зрения и их устранение.
15. Телескоп. Телескопическая система. Увеличение и поле зрения зрительной трубы.
16. Аберрации оптических систем и способы их исправления.
17. Интерференция. Условия наблюдения максимума и минимума интерференции двух волн. Метод Юнга.
18. Осуществление условия когерентности делением волнового фронта. Бисистемы и их применение.
19. Осуществление условия когерентности делением амплитуды. Интерференция в тонких пленках. Полосы равного наклона.
20. Полосы равной толщины. Метод колец Ньютона и его практическое применение.
21. Двулучевая интерференция. Интерферометры Жамена и Майкельсона.
22. Многолучевая интерференция. Многолучевые интерферометры.
23. Дифракция света. Метод зон Френеля, зонная пластинка.
24. Дифракция Фраунгофера в параллельных лучах. Дифракция при нормальном падении света и под углом на дифракционную решетку.
25. Дифракционная решетка. Формула дифракционной решетки. Зависимость дифракцион-ной картины от постоянной дифракционной решетки.
26. Дифракция рентгеновских лучей. Условие Вульфа-Брэгга. Применение рентгеновских методов для исследования кристаллов.
27. Разрешающая способность оптических приборов. Теория Релея.
28. Голография. Дифракционная теория получения голографического изображения.
29. Поляризация света при отражении и преломлении. Уравнения Френеля. Закон Брюсте-ра.
30. Поляризация света при отражении и преломлении. Поляризационные приборы.
31. Двойное лучепреломление. Поляризаторы. Закон Малюса.
32. Построение волновых поверхностей методом Гюйгенса при двойном лучепреломлении в кристаллах.
33. Одноосные и двуосные кристаллы. Оптически положительные и отрицательные кри-сталлы.
34. Интерференция поляризованных лучей.
35. Вращение плоскости поляризации растворами и кристаллами.
36. Искусственная оптическая анизотропия вещества. Метод фотоупругости.
37. Дисперсия света нормальная и аномальная. Классическая теория дисперсии.
38. Фазовая и групповая скорости света.
39. Рассеяние света неоднородными средами. Уравнение Рэлея.

40. Поглощение света веществом. Закон Бугера-Ламберта.
41. Методы измерения скорости света.
42. Проявление эффекта Доплера в оптике. Классическая теория эффекта Доплера.
43. Нелинейные эффекты в оптике. Зависимость показателя преломления от интенсивности света.
44. Историческая справка: развитие учения о природе света.

Практические задания:

1. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц. Рассчитайте абсолютный показатель преломления этой жидкости.
2. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц. Определите угол падения, при котором естественный свет, отраженный от этой жидкости, будет полностью поляризован?
3. На идеальный поляризатор падает свет интенсивности  $J_0$  от полупроводникового лазера. Как изменится интенсивность света за поляризатором при вращении поляризатора вокруг направления распространения луча?
4. Определите угол между направлениями плоскости колебаний и плоскостью пропускания поляризатора, если интенсивность света лазера уменьшится при прохождении через поляризатор в 4 раза?
5. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м. Чему равен период этой решетки?
6. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м. Запишите формулу главных максимумов дифракционной решетки и поясните смысл входящих в нее величин.
7. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 мм. Расстояние от решетки до экрана равно 5 м. Определите ширину спектра первого порядка при освещении решетки белым светом (длины волн от 400 нм до 780 нм).
8. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Как окрашен центр интерференционной картины? Почему?
9. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Линия какого цвета в спектре первого порядка будет ближе всего от центрального максимума?
10. Когерентные источники белого света, расстояние между которыми 0,32 мм, имеют вид узких щелей. Экран, на котором наблюдается интерференция света от этих источников, находится на расстоянии 3,2 м от них. Определите расстояние между двумя максимумами первого порядка при освещении щелей монохроматическим светом с длиной волны 550 нм.
11. На рисунке изображена оптическая система трубы Кеплера, точками отмечены их фокусы. Постройте дальнейший ход луча.
12. На рисунке изображена оптическая система трубы Кеплера, точками отмечены их фокусы. Определите положение фокусов системы.
13. На рисунке изображена оптическая система трубы Кеплера, точками отмечены их фокусы. Обозначьте отрезок, соответствующий фокусному расстоянию системы.
14. Длина световой волны в жидкости 564 нм, а частота  $4 \times 10^{14}$  Гц. Чему равна скорость света в жидкости?

#### **Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Для текущего контроля используются следующие оценочные средства:

##### **1. Задания к лекции**

Задания к лекции используются для контроля знаний обучающихся по теоретическому материалу, изложенному на лекциях.

Задания могут подразделяться на несколько групп:

1. задания на иллюстрацию теоретического материала. Они выявляют качество понимания студентами теории;
2. задания на выполнение задач и примеров по образцу, разобранным в аудитории. Для самостоятельного выполнения требуется, чтобы студент овладел рассмотренными на лекции методами решения;
3. задания, содержащие элементы творчества, которые требуют от студента преобразований, реконструкций, обобщений. Для их выполнения необходимо привлекать ранее приобретенный опыт, устанавливать внутрисубъектные и междисциплинарные связи, приобрести дополнительные знания самостоятельно или применить исследовательские умения;
4. может применяться выдача индивидуальных или опережающих заданий на различный срок, определяемый преподавателем, с последующим представлением их для проверки в указанный срок.

##### **2. Задача**

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочитайте условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы четко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

##### **3. Конспект по теме**

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

Различаются четыре типа конспектов.

План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то теме (вопросу).

В процессе изучения материала источника, составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым, удобным для работы.

Этапы выполнения конспекта:

1. определить цель составления конспекта;
2. записать название текста или его части;
3. записать выходные данные текста (автор, место и год издания);
4. выделить при первичном чтении основные смысловые части текста;
5. выделить основные положения текста;
6. выделить понятия, термины, которые требуют разъяснений;
7. последовательно и кратко изложить своими словами существенные положения изучаемого материала;
8. включить в запись выводы по основным положениям, конкретным фактам и примерам (без подробного описания);
9. использовать приемы наглядного отражения содержания (абзацы «ступеньками», различные способы подчеркивания, шрифт разного начертания, ручки разного цвета);
10. соблюдать правила цитирования (цитата должна быть заключена в кавычки, дана ссылка на ее источник, указана страница).

#### **4. Контрольная работа по разделу/теме**

Контрольная работа выполняется с целью проверки знаний и умений, полученных студентом в ходе лекционных и практических занятий и самостоятельного изучения дисциплины. Написание контрольной работы призвано установить степень усвоения студентами учебного материала раздела/темы и формирования соответствующих компетенций.

Подготовку к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данному разделу/теме и конспектов лекций.

Контрольная работа выполняется студентом в срок, установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде.

При оформлении контрольной работы следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

#### **5. Отчет по лабораторной работе**

При составлении и оформлении отчета следует придерживаться рекомендаций, представленных в методических указаниях по выполнению лабораторных работ по дисциплине.

##### **2. Описание процедуры промежуточной аттестации**

Оценка за зачет/экзамен может быть выставлена по результатам текущего рейтинга. Текущий рейтинг – это результаты выполнения практических работ в ходе обучения, контрольных работ, выполнения заданий к лекциям (при наличии) и др. видов заданий.

Результаты текущего рейтинга доводятся до студентов до начала экзаменационной сессии.

Цель зачета – проверка и оценка уровня полученных студентом специальных знаний по учебной дисциплине и соответствующих им умений и навыков, а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, реагировать на дополнительные вопросы, ориентироваться в массиве информации.

Зачет может проводиться как в формате, аналогичном проведению экзамена, так и в других формах, основанных на выполнении индивидуального или группового задания, позволяющего осуществить контроль знаний и полученных навыков.

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором обучающиеся получают предварительный перечень вопросов к зачёту и список рекомендуемой литературы, их ставят в известность относительно критериев выставления зачёта и специфике текущей и итоговой аттестации. С самого начала желательно планомерно осваивать материал, руководствуясь перечнем вопросов к зачету и списком рекомендуемой литературы, а также путём самостоятельного конспектирования материалов занятий и результатов самостоятельного изучения учебных вопросов.

По результатам сдачи зачета выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой (или в форме компьютерного тестирования). Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и задачи. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся не позднее чем за один месяц до экзаменационной сессии.

В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп.

При любой форме проведения экзаменов по билетам экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы, задачи и примеры по программе данной дисциплины. Дополнительные вопросы также, как и основные вопросы билета, требуют развернутого ответа.