

Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Физико-химический факультет

УТВЕРЖДЕН

на заседании Ученого совета

« 6 » октября 2009 г.

протокол № 1

Заместитель декана по учебной работе

_____ / Григорьева Л.Д. /

« _____ » _____ 2009 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

дисциплины «ОПТИКА»

Специальность
020101 «Химия»

Квалификация
«Химик»

Форма обучения
очная

УМК соответствует учебному
плану подготовки 2009 г.

Москва 2009

Название дисциплины: Оптика.

1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: сформировать у студентов понимание теоретических и физических основ современной оптики для последующего использования этих знаний при изучении других дисциплин и при разработке оптических систем и приборов различного назначения.

Задачи: освоение студентами основных законов и явлений геометрической и физической оптики.

2. Требования к результатам освоения содержания дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные законы и закономерности геометрической и физической оптики, способы аналитического представления этих закономерностей.

Уметь: формулировать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе оптики; получать данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты.

Владеть: расчетными методами решения задач, навыками поиска данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных) и применять их при решении практических задач.

Приобрести опыт деятельности: в анализе, формулировке и решении конкретных задач, интересующих фундаментальную науку и практику.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Содержание разделов дисциплины (К – коллоквиум, Т – проверочная самостоятельная работа (тест), РК – рубежная контрольная работа, ДЗ – домашнее задание, РГЗ – расчетно-графическое задание)

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные понятия геометрической оптики.	Основные понятия геометрической оптики. Световой луч. Распространение световых лучей. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света. Явление полного внутреннего отражения, его применения.	ДЗ
2	Формула тонкой линзы. Построение изображений.	Формула тонкой линзы. Построение изображений. Кардинальные точки и плоскости центрированной оптической системы. Источники aberrаций. Сферическая aberrация, хроматическая aberrация. Строение глаза, accommodation глаза. Лупа, телескоп, микроскоп.	ДЗ
3	Интерференция монохроматических волн.	Интерференция монохроматических волн. Понятие о когерентности. Параметр видимости. Частично когерентный свет. Стоячие световые волны. Опыты Винаера. Основные интерференционные схемы. Ширина полосы. Значение размеров источника света. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерференция света на тонких пленках. Кольца Ньютона	ДЗ, РК
4	Применение	Интерферометр Майкельсона. Интерферометр Фабри-	ДЗ

	интерферометров в научных исследованиях и технике	Перо. Применение интерферометров в научных исследованиях и технике: измерение малых смещений, рефрактометрия (изменение показателя преломления). Эталон длины – метр. Интерференционные фильтры и зеркала.	
5	Дифракция света. Дифракция Френеля.	Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Зонные пластинки. Аналогия между зонной пластинкой и линзой. Зоны Шустера, спираль Корню.	ДЗ
6	Дифракция Фраунгофера	Дифракция Фраунгофера на щели, круглом отверстии. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Разрешающая способность дифракционной решетки. Критерий Рэлея. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Основы голографии.	ДЗ
7	Поляризация света	Линейно, циркулярно и эллиптически поляризованный свет. Поляризация естественного света. Степень поляризации. Поляризаторы. Закон Малюса. Двойное лучепреломление света. Поляризационные приборы: кристаллические фазовые пластинки (четвертьволновые и полуволновые пластинки), компенсаторы. Оптическая активность.	ДЗ
8	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн - формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Физический смысл закона Брюстера.	ДЗ
9	Дисперсия света. Фотоны.	Дисперсия света. Фазовая и групповая скорость света. Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами. Фотоны. Законы фотоэлектрического эффекта. Фотоэлектронный умножитель.	ДЗ, РК
10	Тепловое излучение.	Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа. Формула смещения Вина. Элементы квантового подхода. Формула Планка. Спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Лазеры — устройство и принцип работы. Рассеяние света.	ДЗ

3.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 140 часов, из них 32 – лекции по оптике, 32 – семинары, 16 – лабораторные работы, 60 – самостоятельная работа студентов.

Вид работы	Семестр 4	Всего
Общая трудоемкость	140	140
Аудиторная работа:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	60	60

Вид итогового контроля	Зачёт, экзамен	
-------------------------------	-----------------------	--

Разделы дисциплины по семестрам

№ раз-дела	Наименование раздела	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия геометрической оптики.	13	2	4	1	6
2	Формула тонкой линзы. Построение изображений.	15	4	4	1	6
3	Интерференция монохроматических волн.	22	2	6	2	12
4	Применение интерферометров в научных исследованиях и технике	22	2	6	2	12
5	Дифракция света. Дифракция Френеля.	11	4	6	1	
6	Дифракция Фраунгофера	11	4	6	1	
7	Поляризация света	18	4		2	12
8	Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Формулы Френеля	4	2		2	
9	Дисперсия света. Фотоны.	12	4		2	6
10	Тепловое излучение.	12	4		2	6
	Итого:	140	32	32	16	60

3.3. Лабораторные работы

№ раз-дела	№ ЛР	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1-3	1	Изучение законов геометрической оптики	2
	2	Изучение интерференции света	2
4-6	3	Определение показателя преломления стекла интерференционным методом непараллельного хода	2
	4	Изучение дифракции света	2
7-9	5	Изучение поляризации света	2
	6	Изучение внешнего фотоэффекта	2
	7	Определение постоянной Планка по длинноволновой границе фотохимического процесса	2
10	8	Изучение спектров поглощения и пропускания	2

3.4. Практические занятия (семинары)

№ раз-дела	№ занятия	Тема	Кол-во часов
1-2	1	Принцип Ферма; формула тонкой линзы	2
	2	Законы преломления света. Построение изображений	4

	3	Лупа, телескоп, микроскоп, ахроматический объектив	2
3	4	Интерференция света. Интерференционные схемы. Ширина полосы.	2
	5	Интерференция света на тонких пленках. Кольца Ньютона	2
	6	Интерферометры. Интерференционные фильтры и зеркала.	2
4	7	Дифракция света. Зоны Френеля. Зонные пластинки.	3
	8	Дифракция Фраунгофера. Дифракционные решетки. Разрешающая способность дифракционной решетки. Критерий Рэлея.	3
5	9	Поляризация света. Закон Малюса.	2
	10	Формулы Френеля. Угол Брюстера	2
	11	Двойное лучепреломление света.	2
6	12	Фотоны. Законы фотоэлектрического эффекта.	6

3.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплин

№ раздела	№ вопроса	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1-2	1	Преломление света на сферической поверхности.	12
3	2	Звездный интерферометр Майкельсона.	4
	3	Многолучевая интерференция: пластинка Льюммера-Герке.	4
	4	Интерференционные фильтры и зеркала. Просветление оптики.	4
4	5	Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии.	4
	6	Метод Липмана получения цветных фотографий	4
	7	Дифракционные спектральные приборы и их основные характеристики: линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии.	4
7	8	Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией	6
	9	Эффект Керра, эффект Коттона-Муттона	6
9	10	Фотоэлектронный умножитель.	6
10	11	Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.	6

4. Образовательные технологии

4.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия	Интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
4	Лекции, семинары	мультимедийный проектор, презентация, интерактивная доска	64
Итого			64

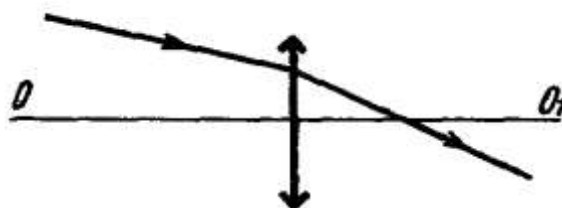
5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Варианты контрольных работ

Контрольная работа №1

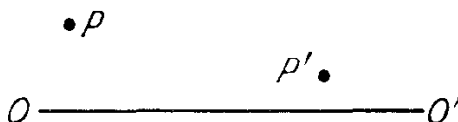
К1-1

1. Найдите предельный угол полного внутреннего отражения для алмаза $n_d=2.42$ на границе с водой $n=4/3$.
2. Фокусное расстояние двояковыпуклой линзы $F = 5$ см. Точечный источник света находится на оси линзы на расстоянии $d = 6$ см от линзы. Линза разрезается плоскостью вдоль оптической оси на две равные части, которые раздвигаются на расстояние $s = 1$ см симметрично относительно оптической оси. Найти расстояние между двумя изображениями точки.
3. Даны положения оптической оси OO_1 оптического центра линзы и ход произвольного луча (см.рис.). Найти построением положения главных фокусов линзы. Среды по обе стороны линзы одинаковы. (Можно воспользоваться вспомогательным параллельным лучом, проходящим через центр линзы)



К1-2

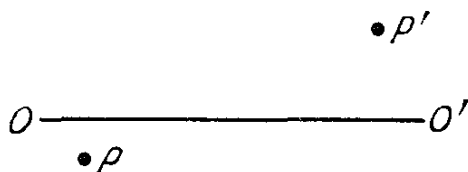
1. Луч света падает на однородный прозрачный шар и проникает в него. Проходя внутри шара, он достигает поверхности раздела шар — воздух. Может ли в этой точке произойти полное внутреннее отражение?
2. Найдите фокусное расстояние плосковыпуклой линзы, для которой радиус кривизны сферической поверхности равен 80 см. Показатель преломления стекла равен 1,6.
3. Определить построением положение тонкой линзы и ее фокусов, если известно положение оптической оси OO' и положение пары сопряженных точек P и P' - точки и ее изображения. Среды по обе стороны линзы одинаковы.



К1-3

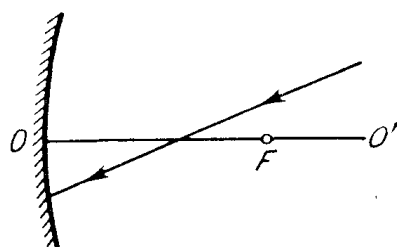
1. Найдите смещение луча при прохождении его через плоскопараллельную пластинку из стекла с показателем преломления, равным 1,55, если угол падения равен 45° , а толщина пластинки равна 1 см.

- Найдите максимальный диаметр плоско-выпуклой линзы со сферической поверхностью из стекла с показателем преломления $n=1.63$, которая при применении ее как лупы давала бы увеличение в 200 раз. (Рассматриваемая линза не будет тонкой. Однако для упрощения расчета это обстоятельство не учитывайте.)
- Определить построением положение тонкой линзы и ее фокусов, если известно положение оптической оси OO' и положение пары сопряженных точек P и P' - точки и ее изображения. Среды по обе стороны линзы одинаковы.



К1-4

- Для некоторой стеклянной призмы ($n = 1.5$) угол наименьшего отклонения луча равен преломляющему углу призмы. Найти последний.
- На экране, отстоящем от объектива (тонкая линза оптической силой 5 дптр) на расстоянии 4 м, получено четкое изображение диапозитива. Экран отодвигают на 20 см. На сколько надо переместить диапозитив, чтобы восстановить четкость изображения?
- Найти построением ход луча после отражения в вогнутом сферическом зеркале (F - фокус, OO' - оптическая ось).



Контрольная работа №2

К2-1

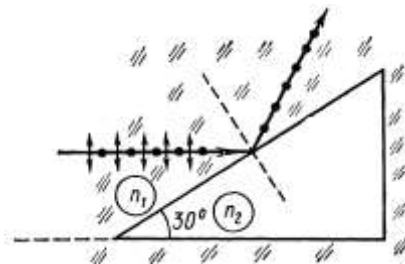
- Пучок естественного света падает на систему из $N = 6$ поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол $\varphi = 30^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего поляризатора. Какая часть светового потока проходит через эту систему?
- В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает перпендикулярно к поверхности пластинки. Показатель преломления пластинки $n=1,5$. Длина волны $\lambda=600$ нм. Какова толщина h пластинки?
- Монохроматическая плоская световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный диск, закрывающий для точки наблюдения P первую зону Френеля. Какова стала интенсивность света I в точке P после того, как у диска удалили (по диаметру): а) половину; б) половину внешней половины первой зоны?

К2-2

1. Предельный угол полного внутреннего отражения для некоторого вещества $\theta_0 = 45^\circ$. Найти для этого вещества угол θ_B полной поляризации.
2. Пучок света ($\lambda=582$ нм) падает перпендикулярно к поверхности стеклянного клина. Угол клина $\theta=20''$. Какое число k_0 темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла $n=1,5$.
3. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии $l=4$ м от точечного источника монохроматического света ($\lambda=500$ нм). Посередине между экраном и источником света помещена диафрагма с круглым отверстием. При каком радиусе R отверстия центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным?

К2-3

1. Алмазная призма ($n_2=2,419$) находится в некоторой среде с показателем преломления n_1 . Пучок естественного света падает на призму так, как это показано на рисунке. Определить показатель преломления n_1 среды, если отраженный пучок максимально поляризован.



2. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. При наблюдении интерференционных полос в отраженном свете ртутной дуги ($\lambda=546,1$ нм) оказалось, что расстояние между пятью полосами $l=2$ см. Найти угол θ клина. Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.
3. Свет с $\lambda = 0,60$ мкм падает нормально на поверхность стеклянного диска, который перекрывает полторы зоны Френеля для точки наблюдения Р. При какой толщине этого диска интенсивность света в точке Р будет максимальной?

К2-4

1. На пути частично-поляризованного света, степень поляризации P которого равна $P=0,6$, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него, стала максимальной. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол $\alpha=30^\circ$?

2. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Интерференция наблюдается в отраженном свете через красное стекло ($\lambda_1=631$ нм). Расстояние между соседними красными полосами при этом $l_1=3$ мм. Затем эта же пленка наблюдается через синее стекло ($\lambda_2=400$ нм). Найти расстояние l_2 между соседними синими полосами. Считать, что за время измерений форма пленки не изменяется и свет падает перпендикулярно к поверхности пленки.
3. Дифракционная картина наблюдается на расстоянии l от точечного источника монохроматического света ($\lambda=600$ нм). На расстоянии $a=0,5l$ от источника помещена круглая непрозрачная преграда диаметром $d = 1$ см. Найти расстояние l , если преграда закрывает только центральную зону Френеля.

Вопросы для подготовки к экзамену (семестр 4):

1. Развитие представлений о природе света. Геометрическая оптика; электромагнитная природа света, шкала электромагнитных волн; фотоны.

Геометрическая оптика.

2. Основные понятия геометрической оптики. Световой луч. Распространение световых лучей. Оптическая длина пути. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления света. Явление полного внутреннего отражения, его применения.

3. Преломление на сферической поверхности. Формула тонкой линзы.

Линейное (поперечное) увеличение. Оптическая сила линз.

Построение изображений. Действительное и мнимое изображения. Кардинальные точки и плоскости центрированной оптической системы.

Отражение от сферических поверхностей. Фокусное расстояние выпуклого и вогнутого зеркал. Схема построения изображений для зеркал.

4. Источники аберраций. Сферическая аберрация. Хроматическая аберрация.

5. Глаз: ирисовая диафрагма, хрусталик, аккомодация глаза. Свет и цвет.

Кривая относительной спектральной чувствительности глаза.

Лупа. Увеличение лупы. Телескоп, угловое увеличение телескопа. Микроскоп.

Интерференция света.

6. Интерференция монохроматических волн. Интерференция света. Параметр видимости. Частично когерентный свет.

Стоячие световые волны. Опыты Винера.

7. Основные интерференционные схемы. Ширина полосы. Значение размеров источника света. Звездный интерферометр Майкельсона.

8. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерференция света на тонких пленках. Кольца Ньютона..

9. Интерферометр Майкельсона.

10. Многолучевая интерференция.

Интерферометр Фабри-Перо. Формула Эйри. Пластика Люммера-Герке.

11. Применение интерферометров в научных исследованиях и технике: измерение малых смещений, рефрактометрия (изменение показателя преломления). Эталон длины – метр.

12. Интерференционные фильтры и зеркала. Просветление оптики.

Дифракция света.

13. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Ближняя и дальняя зоны дифракции.
14. Зоны Френеля. Зонные пластинки. Аналогия между зонной пластинкой и линзой. Зоны Шустера, спираль Корню.
15. Дифракция Фраунгофера на щели, прямоугольном отверстии, круглом отверстии.
16. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки. Разрешающая способность дифракционной решетки. Критерий Рэлея. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэгга. Основы голографии.
17. Дифракционные спектральные приборы и их основные характеристики: линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии. Физические основы голографии. Схема Габора. Метод Липмана получения цветных фотографий. Схема Денисюка.
18. Роль дифракции в приборах, формирующих изображение: в телескопе и микроскопе. Критерий Рэлея (применительно к формированию изображений).

Поляризация света.

19. Линейно, циркулярно и эллиптически поляризованный свет. Поляризация естественного света. Степень поляризации. Поляризаторы. Закон Малюса.
20. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Соотношения амплитуд падающей, отраженной и преломленной волн - формулы Френеля. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера. Физический смысл закона Брюстера.
21. Двойное лучепреломление света. Поляризационные приборы: кристаллические фазовые пластинки (четвертьволновые и полуволновые пластинки), компенсаторы. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Вращение плоскости поляризации (оптическая активность). Сахариметрия. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим (эффект Керра), магнитным (эффект Коттона-Муттона) полями.

Модели излучения света.

22. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Оценка времени затухания. Лоренцевская форма и ширина линии излучения. Основные представления о квантовой теории излучения света атомами и молекулами.
23. Фотоны. Законы фотоэлектрического эффекта. Фотоэлектронный умножитель.
24. Дисперсия света, нормальная и аномальная дисперсии. Фазовая и групповая скорость света.
25. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.
26. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченность классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка.
27. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Многоуровневые системы.
28. Усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней. Методы создания инверсной заселенности в различных средах. Лазеры — устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора.

Рассеяние света.

29. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния. Поляризация рассеянного света. Комбинационное (Рамановское) рассеяние света.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

(к семестру 4)

1. *Ландсберг Г.С.* Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
2. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Оптика. Т. IV – М.: Наука, 1985.
3. *Борн М., Вольф Э.* Основы оптики. - М.: Наука, 1970.
4. *Матвеев А.Н.* Оптика. - М.: Высшая школа, 1985.
5. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Вып.3. - М.: Мир, 1967.

6.2. Дополнительная литература

(к семестру 4)

1. *Дитчберн Р.*, Физическая оптика. - М.: Наука, 1965
2. *Горелик Г.С.*, Колебания и волны. – М.: Физматгиз, 1959.
3. *Ахманов С.А., Никитин С.Ю.* Физическая оптика: Учебник. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998.
4. *Савельев И.В.*, Курс общей физики т3 - М.: Наука, 1970
5. *Сибрук В., Роберт Вуд.* - М.: Наука, 1985

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специально оборудованной аудитории с мультимедийным оборудованием. Расчетный практикум выполняется в специальном помещении, каждый учащийся имеет индивидуальное рабочее место и отдельные задания. Вспомогательный материал в виде презентаций и электронных учебных материалов доступен студентам на сайте факультета.

Title discipline: Optics.

1. Goals and objectives of development disciplines:

Goals: To form students understanding of the theoretical and physical foundations of the modern optics for later use this knowledge in the study of other disciplines and the development of optical systems and devices for different purposes.

Objectives: The students mastering the fundamental laws and phenomena of geometrical and physical optics.

2. A discipline Place in structure OOP VPO

The discipline concerns block V-PD in a preparation direction «Applied mathematics and physics»

Structural element of OOP БИО - БМ (the bachelor of the Moscow State University) in a preparation direction «Applied mathematics and physics»

The discipline concerns to parts of variability of an educational cycle.

3. Requirements to results of development of the maintenance of discipline:

(1) universal (OK):

General scientific:

Possession knowledge of a subject and objects of studying, methods of research, modern concepts, achievements and restrictions of natural sciences: physicists, chemistry, biology, sciences about the earth and the person, ecology; possession of bases of methodology of scientific knowledge of various levels of the organization of a matter, space and time; ability, using interdisciplinary system communications of sciences, independently to allocate and solve the basic world outlook both methodological natural-science and social problems for the purpose of sustainable development planning (OHK-1);

Possession of methodology of scientific researches in professional area, knowledge of bases of business dialogue (OHK-4);

Readiness to use knowledge as tools for the complete decision of informative and professional problems (OHK-5);

Possession of base sections of mathematics, physics, chemistry, computer science and the programming, necessary for the decision of problems in professional area (OHK-6);

Ability to use in professional work base knowledge in area of mathematics, physics, chemistry, computer science and programming (OHK-7);

Ability to create mathematical models of typical professional problems and to interpret the received mathematical results, possession of knowledge of restrictions and borders of applicability of models (OHK-8);

Possession of knowledge in area of technics, technology and innovation, necessary for practical development of modern technical systems and technologies, for the decision of research and practical problems in professional area (OHK-9);

The tool:

Possession of norms of Russian literary language and functional styles of speech; ability to show in speech dialogue personal and professional culture, spiritually-moral belief; ability to put and solve communicative problems in all spheres of dialogue to operate processes of an information exchange in various communicative (ИК-1 environments);

Possession of skills of use of software and work in computer networks, uses of resources the Internet; possession of the basic methods, ways and means of reception, storage, information processing (ИК-3);

Ability to use modern computer facilities and the specialized software in research work (ИК-4);

Possession of the basic methods of protection of the industrial personnel and the population from possible consequences of failures, accidents, acts of nature (ИК-7);

Possession of means of independent, methodically correct use of methods of physical training and health strengthening, readiness for achievement of due level of physical readiness for maintenance high-grade social and professional work (ИК-8);

Possession of methods of patent search and knowledge in the field of the patent researches, necessary in professional work (ИК-9);

Possession of skills of management of the information for a writing of reports, reports, reviews and articles (ИК-10);

Possession of methods of the tool researches necessary for carrying out of experimental works in professional area (ИК-11);

Ability to the analysis of knowledge and their synthesis in professional work sphere (ИК-12);

Ability to the organization and planning of experimental and theoretical researches in professional work and to forming of strategy of research work (ИК-13);

The system:

Ability to creativity, generation of innovative ideas, promotion of independent hypotheses (CK-1);

Ability to search, the critical analysis, generalization and ordering of the scientific information, to statement of research objectives and choice of optimum ways and methods of their achievement (CK-2);

Ability to independent training and working out of new methods of research, to change of a scientific and research-and-production profile of activity; to innovative scientifically-educational activity (CK-3);

Ability to put knowledge into practice (CK-4);

Ability to working out of projects and their management, ability to leadership (CK-5);

Ability to the initiative and business, ability to work independently (CK-6);

(2) professional (personal computers):

Possession of skills and methodological culture of application of the received fundamental knowledge in area of mathematics, physics, chemistry and biology for performance of scientific researches (PC 1);

Ability to work with the modern software, devices and installations to apply experimental and theoretical methods of researches and to process the received experimental data for performance of a concrete research and engineering problem (PC 2);

Ability to apply the theory and methods of mathematics, physics and computer science for construction of qualitative and quantitative models (PC 3);

Ability to work with the scientific literature, readiness to compare known experimental and theoretical results with the received original

By experimental and theoretical results and to do substantiated conclusions (PC 4);

Readiness to discuss in the scientific environment the received experimental and theoretical results and to do conclusions; ability to state the received scientific results in the oral form (presentations and reports at conferences) and the written form (articles, reviews, messages) (PC 5).

Possession of skills of planning and control of performance of the established plans in professional work sphere (PC 6);

Ability to active search of the new information, ability to work with various sources of the information; readiness to analyze and solve engineering problems with use of the interdisciplinary approach (PC 7);

Readiness for creation of competitive production on the basis of the received fundamental knowledge (PC 9);

Ability to participate in working out of breadboard models of products and their modules and to apply instrumentation to definition of technical characteristics of breadboard models (PC 10);

Ability to combine research and engineering-industrial activity for working out of the high technologies providing creation of substances, materials and complex artificial systems with the set properties (PC 11);

Readiness for search of technical and technological innovations, susceptibility for innovations (PC 12);

Readiness for carrying out of experimental works on check and development of technical and technological innovations (PC 13);

Readiness for working out of programs of carrying out of research and engineering-industrial works on all chain of an innovative cycle (PC 14);

Readiness for commercialization of scientific workings out (PC 15).

Readiness for communications and work as a part of collective of executors in scientifically - research and engineering-industrial spheres (PC 16);

Possession of skills of management of research and engineering-industrial activity for creation of a healthy, safe and productive working environment, maintenance of conformity of products of professional work to the quality standards (PC 17);

Possession of the basic methods of a management: statements and distributions of problems, delegation and control, feedback and an estimation of execution, training on a workplace, individual and group decision-making (PC 18);

Readiness to show in practice aspiration and ability to realize the potential (knowledge, abilities, experience, personal qualities) the expert of new generation for the economy based on knowledge, for successful productive activity in professional and social spheres (PC 19);

As a result of the development of the discipline the student must:

Know: the basic laws and rules of geometrical and physical optics, methods, analytical representation of these laws.

Be able to: formulate specific tasks based on the laws and laws developed in the course of optics to obtain data to carry out their mathematical treatment, summarize the results obtained.

Own: computational methods solving, data retrieval skills in open source (including information in databases) and apply them to solve practical problems.

Gain experience of: in the analysis, formulation and solution of concrete problems of interest to the fundamental science and practice.

4. The Content and Discipline Structure

4.1. The Content of discipline sections (C - Colloquium, T - verifying independent work (the test), ICW - interim control work, HW - homework, SGT - settlement-graphic task)

№ section № employment The Theme At o'clock

4.2. Discipline Structure

Section Number	Name of Section	Section Contents	Form monitoring
1		The basic concepts of geometrical optics. The light beam. The propagation of light rays. The optical path length. Fermat's principle. The laws of reflection and refraction of light. The phenomenon of total internal reflection and its applications.	
2		The thin lens equation. Ray tracing diagrams. Real and virtual images. The cardinal points and principal planes of centered optical system. Optical aberrations. Spherical aberration. Chromatic aberration. Structure of the Human Eye, eye accommodation. Magnifying glass; telescope, microscope	

3		The interference of monochromatic waves. The interference of light. Visibility of the fringes. Partially coherent light. The standing light waves. Wiener's experiments. Main arrangements to produce two beams interference. Bandwidth of the fringes. The importance of the size of the light source for observing interference. The fringes of equal thickness and equal slope. Interference of light in thin films. Newton's Rings.	
4.		The Michelson interferometer. Fabry-Perot interferometer. The use of interferometers in research and technology : measurement of small displacements , refractometry (refractive index change). The standard length – meter. Interference filters and mirrors.	
5		The phenomenon of diffraction. Huygens-Fresnel principle. Fresnel zones. Zone plates. The analogy between the zone plate and lens. Schuster zones, Cornu spiral.	
6		Fraunhofer diffraction by slits, round hole. The amplitude and phase gratings. The resolving power of a grating. The Rayleigh criterion. X-ray diffraction. Bragg's Law. Basics of holography.	
7		Linearly, circularly and elliptically polarized light. The polarization of natural light. The degree of polarization. Polarizers. The Malus's law. Birefringence of light. Polarization devices: crystal phase plates (quarter- and half-wave plate), compensators. Optical activity.	
8		Optical phenomena at the interface of isotropic dielectrics. The ratio of the amplitudes of the incident, reflected and refracted waves - the Fresnel equations. The polarization of the reflected and refracted waves. The Brewster's angle. The physical meaning of the Brewster's law.	
9		The dispersion of light. Phase and group velocity of light. The basic concept of the quantum theory of emission of light by atoms and molecules. Photons. The laws of the photoelectric effect. A photomultiplier tube.	
10		Thermal radiation. The emission and absorption of a substance and their relationship. The model of a black body. Kirchhoff's law. Wien's displacement law. Elements of the quantum approach. Planck's radiation law. Spontaneous and stimulated transitions. Einstein's coefficients. Lasers - mechanism and operation. Light scattering.	

4.2. The structure of the discipline

Total labor discipline is 4 credits (144 hours), of which 0.89 - lectures on optics (32 hours), 1.33 - seminars (48 hours), 1.78 - independent work of students (64 hours) and 2 credit units (72 hours), laboratory work, 0.86 - self-preparation for laboratory work (31 hours).

Type	Term 4	Total
Total labor	6,86 (247)	6,86 (247)
Class work:	2,22 (80)	2,22 (80)
Lectures (L)	0,89 (32)	0,89 (32)
Practical classes (PC)	1,33 (48)	1,33 (48)
Laboratory work (LW)	2 (72)	2 (72)
Independent work	2,64 (95)	2,64 (95)
View the final control	test, exam	

Discipline Sections per Semester

Section Number	Name of Section	Number of hours				
		Total	Class work			Extracurricular work
			L	PC	LW	
1	The basic concepts of geometrical optics.		2			
2	The thin lens equation. Ray tracing diagrams.		4			
3	The interference of monochromatic waves.		2			
4	The use of interferometers in research and technology		2			
5	Diffraction of light. Fresnel diffraction.		4			
6	Fraunhofer diffraction.		4			
7	Polarization of light.		4			
8	Optical phenomena at the interface of isotropic dielectrics. Fresnel equations.		2			
9	The dispersion of light. Photons.		4			
10	Thermal radiation.		4			
	-					

4.3. Laboratory work

Section Number	LW Number	Name of laboratory work	Number of hours
1-3, 9	1	Study of the laws of geometrical optics	
	2	Study of the dispersion of light	
	3	Studies of interference light	
4-6	4	Determination of refractive index of glass interference method nonparallel stroke	
	5	The study of light diffraction	
	6	Work on research and demonstration experiments on diffraction	
7-9	7	Study of polarization of light	
	8	Study of photoemission	
	9	Determining the Planck constant by long-wave limit of the photochemical process	
10	10	The study of the absorption and transmission	

4.4. Seminars

Number section	Number classes	Theme	Number of hours

1-2	1	Fermat's principle; the thin lens equation.	4
	2	The refraction law of light. Ray tracing diagrams.	4
	3	Magnifying glass, telescope, microscope, achromatic lens	4
2	4	The interference of light. Main arrangements to produce two beams interference. Bandwidth of the fringes.	4
	5	Interference of light in thin films. Newton's Rings.	4
	6	Interferometers. Interference filters and mirrors.	3
3	7	The diffraction of light. Fresnel zones. Zone plates.	6
	8	Fraunhofer diffraction. Diffraction gratings. The resolving power of a diffraction grating. The Rayleigh criterion.	6
4	9	The polarization of the light. The Malus's law.	3
	10	The Fresnel equations. The Brewster's angle.	3
	11	Birefringence of light.	4
5	12	Photons. The laws of the photoelectric effect.	3

4.5. Course work (possible topics)

4.6. Independent study sections disciplines

4.7.

section number	issue number	Issues for independent study	Number of hours
1-2	1	Refraction at a spherical surface.	2
3	2	The Michelson stellar interferometer.	2
	3	Multiple beam interference: Lummer - Gehrke plate.	1
	4	Interference filters and mirrors.	3
4	5	Fraunhofer diffraction by a rectangular hole.	1
	6	Lipman method for obtaining color images.	2
	7	The diffraction spectrographs and their main characteristics: linear dispersion, the resolving power, the free spectral range.	4
7	8	The anisotropy of the optical properties induced by mechanical deformation	2
	9	Kerr effect, Cotton-mutton effect .	3
9	10	A photomultiplier tube.	1
10	11	Light scattering by small particles and muddy media.	1

8. Educational Technology

8.1. Interactive educational technology used in the classroom

Semester	Name of classes	Interactive Educational Technologies	Number of hours
		multimedia projector, presentation, interactive whiteboard	80
		laboratory benches "Optics"	72
Total			152

6. Evaluation tools for monitoring progress and interim certification

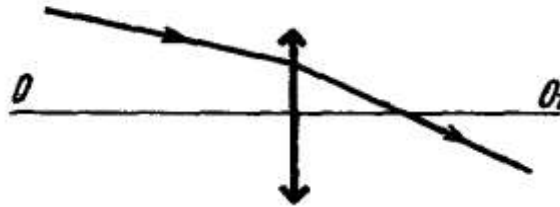
Questions to the Colloquium (semester 1)

Variants of control works

Control work N1

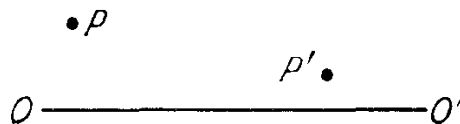
1-1

1. Find the limiting angle of total internal reflection for diamond $n_d = 2.42$ on the border with water $n = 4/3$.
2. Focal length of the lenticular lens $F = 5$ cm. A point light source is on the axis of the lens at a distance $d = 6$ cm from the lens. The lens is cut along a plane of the optical axis into two equal parts which are moved apart by a distance $s = 1$ cm symmetrical about the optical axis. Find the distance between the two point images.
3. Given positions of the optical axis $O-O_1$ and the optical center of the lens and path of an arbitrary beam (see Fig.). Find by ray tracing diagrams the position of the main focal planes of the lens. Media on both sides of the lens are equal. (You can use an auxiliary parallel beam passing through the center of the lens).



1-2

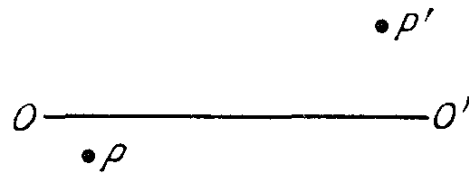
1. Light beam is incident on a uniform transparent ball and penetrates it. Going inside the ball, it reaches the interface ball - air. Can occur at this point the total internal reflection?
2. Find the focal length of the plane-convex lens, for which the radius of curvature of the spherical surface is 80 cm. Refractive index of glass is 1.6.
3. Determine by ray tracing diagrams the position of a thin lens and its focal points, if you know the position of the optical axis OO' and the position of a pair of conjugate points P and P' - the point and its image. Forming media on both sides of the lens are equal.



1-3

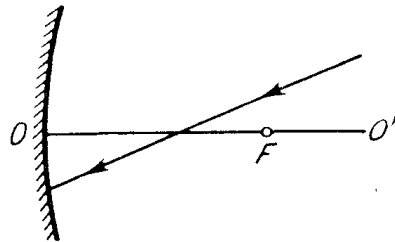
1. Get offset of the beam as it passes through a plane-parallel plate made of glass with refractive index of 1.55, if the angle of incidence is 45° , and the plate thickness is equal to 1 cm.
2. Find the maximum diameter of a plane-convex lens with a spherical surface made of glass with a refractive index $n = 1.63$, which gives 200 times magnification. (Considering the lens will not be thin. However, to simplify the calculation, this does not refer to it.)
3. By ray tracing diagrams determine the position of a thin lens and its focal points, if you know the position of the optical axis OO' and the position of a pair of conjugate

points P and P' - the point and its image. Forming media on both sides of the lens are equal.



1-4

1. For a glass prism ($n = 1.5$) the smallest beam deflection angle is equal to the corner of the refracting prism. Find the latest.
2. On the screen, spaced from the lens (thin lens optical power 5 diopters) at a distance of 4 m, a clear image of the slide is obtained. The screen is shifted by 20 cm. On how much the slide should be moved to restore clarity?
3. Find by ray tracing diagrams the path of the beam after reflection in a concave spherical mirror (F – focus, OO' - the optical axis).



Control work N2

2-1

1. A beam of natural light is incident on a system of $N = 6$ polarizers, the plane of each is rotated by the angle $\varphi = 30^\circ$ relative to the plane of the previous polarizer. What part of the light passes through this system?
2. In Young's experiment in the path of one of the interfering beams a thin glass plate is set, so that the central bright band is shifted to the position originally occupied by the fifth light strip (not counting the center one). The beam is incident perpendicularly to the plate surface. Refractive index of the plate is $n = 1,5$. Wavelength $\lambda = 600$ nm. What is the thickness h of the plate?
3. Monochromatic plane light wave with intensity I_0 is incident normally on an opaque disk, closing to the observation in point P the first Fresnel zone. What became a light intensity I at point P, after from the disk was removed (in diameter): a) half; b) half of the outer half of the first zone?

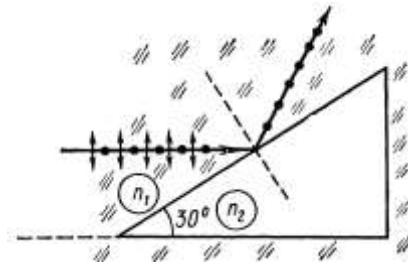
2-2

1. Limiting angle of total internal reflection for some substance is $\theta_0 = 45^\circ$. Find this substance angle θ_B of complete polarization.
2. The light beam ($\lambda = 582$ nm) is incident perpendicularly to the surface of a glass wedge. Wedge angle is $\theta = 20''$. What is the number k_0 of dark fringes per unit length of the wedge? Refractive index of glass is $n = 1,5$.

3. The diffraction pattern observed at a distance $L = 4$ m from the point source of monochromatic light ($\lambda = 500$ nm). Midway between the screen and the light source the diaphragm with a circular hole is set. At what hole radius R the center of the diffraction rings observed on the screen will be the darkest?

2-3

1. Diamond prism ($n_2 = 2,419$) is located in a medium with refractive index n_1 . Beam of natural light falls on a prism as shown in the figure. Determine the refractive index n_1 of the medium, if the reflected beam is polarized as possible.



2. Vertically located soap film forms a wedge due to flow of the liquid. In the observation of the interference fringes of the reflected light of a mercury arc ($\lambda = 546,1$ nm), it was found that the distance between five strips is $L=2$ cm. Find the wedge angle θ . The light incident perpendicularly to the film surface. Refractive index of soapy water is $n = 1,33$.

3. Light with $\lambda = 0,60$ m is normally incident on the surface of the glass disk, which covers half of the Fresnel zone for the point of observation P. At what thickness of the disk the light intensity at the point P is the maximum?

2-4

1. On the way of partially polarized light (the degree of polarization P is equal to $P = 0.6$) set the analyzer so that the intensity of the light passing through it, becomes maximum. How many times the light intensity decreases if the analyzer plane rotates through an angle $\alpha = 30^\circ$?

2. Vertically located soap film forms a wedge due to flow of the liquid. Interference occurs in the reflected light through the red glass ($\lambda_1 = 631$ nm). The distance between adjacent stripes in red is $l_1 = 3$ mm. Then this film is observed through the blue glass ($\lambda_2 = 400$ nm). Find the distance between adjacent l_2 blue stripes. Assume that during the measurement time the shape of the film does not change and the light incident perpendicular to the film surface.

3. The diffraction pattern observed at a distance L from a point source of monochromatic light ($\lambda = 600$ nm). At a distance $a = 0,5L$ from a source placed a round opaque barrier with a diameter $d = 1$ cm. Find the distance L , if the barrier closes only the central Fresnel zone.

Questions to prepare for the exam (semester 4):

1. The development of ideas about the nature of light. Geometrical optics; electromagnetic nature of light, scale of electromagnetic waves; photons.

Geometrical optics.

2. The basic concepts of geometrical optics. The light beam. The optical path length. Fermat's principle. The laws of reflection and refraction of light. The phenomenon of total internal reflection and its applications.

3. Refraction at a spherical surface. The thin lens equation. Lateral magnification. Optical power of a lens. Ray tracing diagrams. Real and virtual images. The cardinal points and principal planes of centered optical system.

Focal length of the convex and concave mirrors. Ray tracing diagrams for convex and concave mirrors.

4. Optical aberrations. Spherical aberration. Chromatic aberration.

5. Structure of the Human Eye: iris, crystalline lens, eye accommodation. Light and color. The curve of the relative spectral sensitivity of the eye.

Magnifying glass; telescope, angular magnification of the telescope; microscope .

The interference of light.

6. The interference of monochromatic waves. The interference of light. Visibility of the fringes. Partially coherent light.

The standing light waves. Wiener's experiments.

7. The main arrangements to produce two beams interference. Bandwidth of the fringes. The importance of the size of the light source for observing interference. The Michelson stellar interferometer.

8. The fringes of equal thickness and equal slope. Interference of light in thin films. Newton's Rings.

9. The Michelson interferometer.

10. Multiple beam interference.

Fabry-Perot interferometer. Airy formula. Lummer - Gehrke plate.

11. The use of interferometers in research and technology : measurement of small displacements, refractometry (refractive index change) . The standard length - meter

12. Interference filters and mirrors. Illumination optics.

The diffraction of light.

13. The phenomenon of diffraction. Huygens- Fresnel principle.

Near and far -field diffraction .

14. Fresnel zones. Zone plates. The analogy between the zone plate and lens.

Schuster zones, Cornu spiral.

15. Fraunhofer diffraction by slits, a rectangular hole, round hole.

16. The amplitude and phase gratings. The resolving power of a grating. The Rayleigh criterion.

X-ray diffraction. Bragg's Law. Basics of holography.

17. The diffraction spectrographs and their main characteristics: linear dispersion, the resolving power, the free spectral range.

Physical basis of holography. Gabor scheme. Lipman method for obtaining color images. Denisjuk scheme.

18. The role of diffraction in the optical image forming apparatus: in the telescope and microscope. The Rayleigh criterion (applied to imaging).

The polarization of the light.

19. Linearly, circularly and elliptically polarized light. The polarization of natural light. The degree of polarization. Polarizers. The Malus's law.

20. Optical phenomena at the interface of isotropic dielectrics. The ratio of the amplitudes of the incident, reflected and refracted waves - the Fresnel equations. The polarization of the reflected and refracted waves. The Brewster's angle. The physical meaning of the Brewster's law.

21. Birefringence of light. Polarization devices: crystal phase plates (quarter- and half-wave plate), compensators. Preparation and Analysis of elliptically polarized light.

The rotation of the polarization plane (the optical activity). Saccharometer.

The anisotropy of the optical properties induced by mechanical deformation, electrical (Kerr effect) and magnetic (Cotton-mutton) fields.

Models of light emission.

22. The classic model of a damped dipole oscillator. Estimation of the lifetime. Lorentz profile and emission bandwidth.

The basic concept of the quantum theory of emission of light from atoms and molecules.

23. Photons. The laws of the photoelectric effect. A photomultiplier tube.

24. The dispersion of light, normal and anomalous dispersion. Phase and group velocity of light.

25. Thermal radiation. The emission and absorption of a substance and their relationship. The model of a black body. Kirchhoff's law.

26. Stefan-Boltzmann law, Wien's displacement law. Rayleigh -Jeans formula. Limitations of the classical theory of radiation. Elements of the quantum approach. Planck's radiation law.

27. The model of a two-level system. The interaction of a two-level system with radiation: spontaneous and stimulated transitions. Einstein's coefficients. Multi-level system.

28. Light amplification by the inverse population of energy levels. Methods for producing population inversion in different environments.

Lasers - mechanism and operation. The role of the optical resonator.

The scattering of light.

29. Light scattering by small particles and muddy media. Molecular scattering of light. The intensity dependence of the scattered light on frequency (Rayleigh equation) and the angular scattering pattern. The polarization of the scattered light. Raman light scattering.

7. Educational-methodical maintenance of discipline

7.1. Main Reading (to semester 4)

1. *Landsberg G.S.* Optics. – M.: Fizmatlit, 2003.

2. *Sivukhin D.V.*, Physics course, vol.4, Optics. - M: Nauka, 1985.

3. *Born M., Wolf E.* Principles of Optics., - M: Nauka, 1970.

4. *Matveev A.N.*, Optics. M.: High. Shk., 1985.

5. *Feynman R., Leighton R., Sands M.* Feynman Lectures on Physics. vol.3. - M.: Mir, 1967.

7.2. Further Reading

1. *Ditchbern R.W.*, Light., - M: Nauka 1965

2. *Gorelik G.S.*, Waves. – M.: Fizmatgiz, 1959.

3. *Akhmanov S.A., Nikitin S.Ju.* Physical Optics. - M.: MSU, 1998.

4. *Savelyev I.V.*, Physics course, Vol. 2, Electricity and magnetism. Waves. Optics. - M: Nauka, 1970.

5. *Seabrook W.*, Doctor Wood., - M: Nauka, 1985

7.3. Periodicals

7.4. Internet resources

7.5. Guidelines for laboratory work

7.6. Methodical instructions for practical exercises are located on site -

7.7. Methodological guidelines for coursework and independent work are located on site -

7.8. Software of modern information and communication technologies

Training programs for:

located on sites and

8. Logistics discipline

Lectures are held in specially equipped classrooms with multimedia equipment . Settlement workshop performed in a special room, each student has an individual workplace and individual tasks . Supporting material in the form of presentations and training materials is available to students in the faculty site.