

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики, информационных технологий и физики

Кафедра общей физики

ОПТИКА

Сборник задач по общей физике
для проведения практических занятий



Ижевск

2022

УДК 378.02:37.016
ББК 74.480.262.23-275
О-543

*Рекомендовано к изданию
Учебно-методическим советом УдГУ*

Рецензенты: кандидат физико-математических наук, доцент
Владимир Геннадиевич Лебедев,
доктор педагогических наук, профессор
Татьяна Александровна Снигирева
Составитель: кандидат физико-математических наук, доцент
Сергей Николаевич Костенков

О-543 **Оптика:** сборник задач по общей физике/ сост. С. Н. Костенков. –
Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2022. – 64 с.

Сборник задач предназначен для студентов направления подготовки бакалавров «Физика». Он включает в себя задачи, предлагаемые для решения на практических занятиях и дома самостоятельно, по дисциплине «Оптика», являющейся одним из разделов курса общей физики. Сборник задач может быть использован в рамках работы по другим дисциплинам близким по своему программному содержанию.

Пособие пригодится студентом направлений подготовки бакалавров «Прикладные математика и физика» при освоении курса общей физики.

УДК 378.02:37.016
ББК 74.480.262.23-275

© С. Н. Костенков, сост., 2022
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2022

*Образование это то, что остается,
когда все выученное забыто.*

Скиннер

Введение

Данное пособие подготовлено в соответствии с требованиями действующих федеральных образовательных стандартов высшего образования бакалавриата по направлению подготовки «Физика». При его составлении были использованы задачи из сборников, методических пособий доступных и хорошо известных студентам и преподавателям вузов. Эти сборники задач и методические пособия доступны в библиотеках и на различных сайтах интернета.

Сборник задач включает в себя задачи, предлагаемые для решения на практических занятиях и для решения самостоятельно дома по дисциплине «Оптика». Содержание данного пособия структурировано по разделам курса общей физики «Оптика» и включает в себя основные темы программы этой дисциплины.

Общие методические указания

Изучение общей физики студентами высших учебных заведений, складывается из трех основных элементов: 1) работы с учебными пособиями (с литературой) содержащими программные вопросы курса физики; 2) решения задач; 3) выполнения лабораторных работ.

Без прочного и глубокого усвоения основных теоретических положений общей физики невозможно применение полученных знаний на практике при решении задач. Поэтому большой объем самостоятельной работы с учебниками и учебными пособиями является необходимым условием успешной подготовки студентов к зачету и экзаменам. Чтение только лекций, как правило, бывает недостаточно, поскольку в лекционном курсе начитывается идея вопроса. Рекомендуется студентам заниматься изучением курса физики

систематически в течение всего учебного периода. Повторение в сжатые сроки перед семестровыми экзаменами, как показывает практика, не дает глубоких и прочных знаний. Чтение и заучивание любого учебника или учебного пособия, даже самого хорошего, без конспектирования, т.е. без записи главного из того, что Вы поняли, - занятие весьма утомительное и бесполезное.

Вы должны учиться размышлять, ибо только уровень Вашего мышления определяет способность применять Ваши знания к решению задач. Выбрав какое-либо учебное пособие в качестве основного, старайтесь придерживаться именно его, так как замена одного пособия другим в процессе изучения курса физики может привести к утрате логических связей между отдельными вопросами. Однако, если в выбранном учебнике Вы не найдете полного ответа на тот или иной вопрос программы, можете обратиться к другим учебным пособиям. Самостоятельную работу по изучению курса физики подвергайте систематическому самоконтролю.

Опыт работы со студентами со всей очевидностью показал, что нет единого пути восприятия основ физики. Учитывая разные пути восприятия основ физики. Образное мышление, модельные представления, представления математическими символами, воображая физический закон в виде математических формул. Связывание физических законов с опытами, процессами, которые удалось наблюдать. Следует напомнить, что в конечном итоге студентам требуется понять и усвоить законы физики, а как Вы будете себе представлять их и как Вы будете в них ориентироваться - это дело Вашего вкуса.

Задачей преподавателей является предоставление студентам полной свободы выбора воспринять основы физики так, как любому из Вас проще, доступнее, всесторонне помогая в этом.

Нередко приходится сталкиваться с ситуацией, когда студент, неплохо ориентируется в теоретических вопросах курса физики, умеющие записать и объяснить физический смысл практически любой формулы или закона, становятся совершенно беспомощными при решении задач. И это не случайно.

Для успешного решения задач знание теории необходимо, но еще недостаточно.

Решение физической задачи предполагает установление неизвестных связей между заданными и искомыми физическими величинами и определение последних. Установление же необходимых связей между величинами предполагает умение анализировать физическую ситуацию, изложенную в условии задачи.

В условии задачи всегда отражено какое-то физическое явление, и для ее решения необходимо не только знать теорию этого явления, но и уметь анализировать заданную в условии задачи физическую ситуацию, связанную с этим явлением.

Это умение приобретается на опыте в процессе решения задач. Одновременно постепенно реализуется достижение более высокой цели - усвоение системы знаний по физике и ее применение к решению задач. Помните, решение задач - это творческий процесс. Подходов к той или иной задаче значительно больше, чем самих задач. Для того чтобы научиться решать задачи, следует придерживаться более или менее систематического порядка действий.

Предлагается такой порядок:

- а) Внимательно прочитайте задачу и запишите условие, запишите математически данные, проследите, чтобы все заданные величины были выражены в СИ или СГС системе.
- б) Обдумайте условие задачи. Выясните, о каких физических процессах (явлениях) в ней идет речь, каким закономерностям эти процессы (явления) подчиняются. Наметьте примерный путь решения, определите табличные величины.
- в) Сделайте чертеж, схему, рисунок с обозначением данных и искомых величин, помните при этом, что любое построение - это не самоцель, а помощь в решении задачи. Ошибка в построении неизбежно ведет к ошибке в решении задачи.

г) Используя математические записи физических законов, отвечающих содержанию конкретных задач, запишите уравнение или систему уравнений, содержащих явно искомую или искомые физические величины. Помните, что решение задач следует сопровождать кратким, но исчерпывающим пояснением.

д) Решите задачу в общем, виде, т.е. получите математическое выражение, рабочую формулу, в левой части которого находится искомая величина, а в правой - заданные в условии задачи и взятые из таблиц величины.

е) Произведите проверку размерности искомой величины. Если в результате получена верная размерность, то это, конечно, не гарантия верного решения, однако неверная размерность - прямое указание на допущенную ошибку.

ж) Подставьте в рабочую формулу числовые значения заданных и табличных величин, выраженные в СИ или СГС, и произведите вычисления, руководствуясь правилами приближенных вычислений.

з) Оцените правдоподобность числового ответа. В ряде случаев такая оценка поможет Вам обнаружить ошибочность полученного результата.

Умение решать задачи приобретается длительными и систематическими упражнениями.

Требования к оформлению задач.

- 1) Каждая задача оформляется на отдельном листе формата А4.
- 2) Указывается Ф И О, группа, курс.
- 3) Приводится название сборника задач из которого решается задача.
- 4) Приводится номер задачи.
- 5) Записывается условие задачи без сокращений так как в сборнике задач.
- 6) Записывается дано и что найти, в данно если есть необходимость указываются справочные (табличные) данные.
- 7) Приводится решение задачи. Задача решается в общем виде от начала до конца с подробными комментариями и объяснением физических процессов.

Приводится четкий рисунок, графики, схемы, модели с обозначением на них физических величин.

- 8) Записывается результат решения в общем виде.
- 9) Приводится проверка по размерности.
- 10) Выполняются арифметические вычисления, подстановка численных значений в общую формулу.
- 11) Записывается ответ решенной задачи.

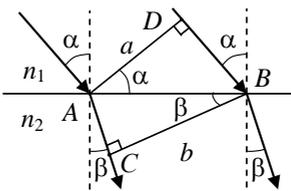
Пример оформления задач по физике.

Колесников П.А., группа № 03.03.02-21, 2 курс.

Волькенштейн В.С., Сборник задач по общему курсу физики, 1990 г.

Задача № 1.31.

Пучок параллельных световых лучей падает из воздуха на толстую стеклянную пластину под углом 60° и, преломляясь, переходит в стекло. Ширина пучка в воздухе 10 см. Определите ширину пучка в стекле. Показатель преломления стекла 1,51. Результат представьте в единицах СИ и округлите до сотых.

<p>Дано:</p> <p>$\alpha = 60^\circ$</p> <p>$a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$</p> <p>$n_1 = 1$</p> <p>$n_2 = 1,51$</p> <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p>Найти:</p> <p>$b = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>Для решения задачи выполним построение рисунка, на котором изобразим геометрический ход падающих лучей параллельного пучка света</p> 
--	---

Для падающего и преломленного лучей запишем закон преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_2.$$

Определим угол преломления β :

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n_2} = \frac{\sin 60}{1,51} \approx 0,574.$$

$$\beta = \arcsin 0,574 \approx 35.$$

Из рисунка видно, что прямоугольные треугольники ABC и ABD имеют общую гипотенузу AB :

$$AB = \frac{a}{\cos\alpha}; \quad AB = \frac{b}{\cos\beta}.$$

Приравнивая правые части уравнений, получим:

$$\frac{a}{\cos\alpha} = \frac{b}{\cos\beta}.$$

Отсюда ширина пучка b в стекле будет равна:

$$b = \frac{a \cos\beta}{\cos\alpha} = \frac{0,1 \cdot \cos 35^\circ}{\cos 60^\circ} = 0,16 \text{ (м)}.$$

Ответ: $b = 0,16$ м.

Тема: Свет – волны.

Электромагнитные волны.

Занятие № 1.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. В однородной изотропной среде с $\epsilon = 2$, и $\mu = 1$ распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 50 В/м. Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны.
2. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с относительной магнитной проницаемостью $\mu = 1$, имеет вид $E = 10\sin(6,28 \cdot 10^8 t - 4,19 x)$. Определить диэлектрическую проницаемость среды и длину волны.
3. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряженности электромагнитного поля которой 100 В/м. Какую энергию переносит эта волна через площадку площадью 50 см^2 , расположенную пер-

пендикулярно направлению распространения волны, за 1 мин? Период волны $T \ll t$.

4. Скорость распространения электромагнитных волн в некоторой среде составляет $250 \cdot 10^6$ м/с. Определить длину волны электромагнитных волн в этой среде, если их частота в вакууме 1 МГц.

5. Электромагнитная волна с частотой 5 МГц переходит из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью 2 в вакуум. Определить приращение её длины волны.

6. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 10 В/м. Определите амплитуду напряженности магнитного поля волны.

7. В вакууме вдоль оси X распространяются две плоские электромагнитные волны, электрические составляющие которых изменяются по закону $E_1 = E_0 \cos(\omega t - kx)$ и $E_2 = E_0 \cos(\omega t - kx + \varphi)$. Найти среднее значение плотности потока энергии.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряженности магнитного поля волны 0,1 А/м. Определить энергию, переносимую этой волной через поверхность площадью 1 м^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения волны, за 1 с? Период волны $T \ll t$.

2. Плоская электромагнитная волна $E = E_m \cos(\omega t - kr)$ распространяется в вакууме. Считая E и k известными, найти вектор H как функцию времени в точке с радиус-вектором $r = 0$.

3. Найти средний вектор Пойнтинга для плоской электромагнитной волны $E = E_m \cos(\omega t - kr)$, если волна распространяется в вакууме.

4. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская электромагнитная волна и падает по нормали на поверхность тела, полностью её поглощающего. Амплитуда напряженности магнитного поля волны равна 0,15 А/м. Определить давление, оказываемое волной на тело.

5. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны равна 50 мВ/м . Определить интенсивность волны.
6. Электрическая составляющая стоячей электромагнитной волны имеет вид $E_y = E_m \cos kx \cos \omega t$. Найти выражение для магнитной составляющей этой волны.
7. В вакууме распространяются две плоские электромагнитные волны, одна вдоль оси X , другая вдоль оси Y : $E_1 = E_0 \cos(\omega t - kx)$, $E_2 = E_0 \cos(\omega t - ky)$, где вектор E_0 направлен параллельно оси Z . Найти среднее значение плотности потока энергии в точках плоскости $y = x$.

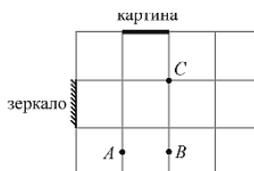
Тема: Геометрическая оптика.

Закон отражения.

Занятие № 2.

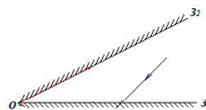
Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Построить изображение точечного источника света S в плоском зеркале.
2. Построить изображение точечного источника света S в двугранном зеркале с углом 90° при вершине.
3. В прямоугольной комнате на одной из стен висит картина, а на другой плоское зеркало. Из какой точки комнаты A , B , C можно полностью увидеть отражение картины в зеркале?
4. Два плоских зеркала располагаются под углом друг к другу, и между ними помещается точечный источник света. Расстояние от этого источника до одного зеркала 3 см , до другого – 8 см . Расстояние между первыми изображениями в зеркалах 14 см . Найти угол между зеркалами.
5. Лампочка настольной лампы находится на расстоянии $0,6 \text{ м}$ от поверхности стола и на расстоянии $1,8 \text{ м}$ от потолка. На столе лежит круглое зеркало



диаметром 10 см. Каковы размеры и форма «зайчика», полученного на потолке от зеркала.

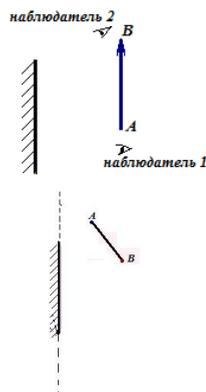
6. Луч света падает на двугранное зеркало. Постройте ход отраженного луча, используя линейку и циркуль. Определить количество отражений, которое испытает луч в двугранном зеркале.



7. Горизонтальный луч света падает на вертикально расположенное зеркало. Зеркало поворачивают на угол β около вертикальной оси. На какой угол повернется отражённый луч?
8. Поздним весенним вечером молодой человек, рост которого равен 1,75 м, идёт по краю тротуара со скоростью 5 км/ч. На расстоянии 6 м от края тротуара стоит столб, высота которого равна 9 м, на самом верху которого горит фонарь. Как изменяется скорость тени головы человека по мере его движения вдоль тротуара?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Какой минимальной высоты нужно взять плоское зеркало, чтобы человек высотой H мог бы увидеть себя во весь рост?
2. Предмет AB расположен перед плоским зеркалом. Какую часть изображения предмета видят наблюдатели 1 и 2?
3. Построить изображение предмета AB в плоском зеркале и определить область видения его изображения.
4. Солнечный луч проходит через отверстие в стене, составляет с поверхностью стола угол 48 градусов. Как надо расположить плоское зеркало, чтобы измерить направление луча на горизонтальное?
5. Высота Солнца над горизонтом составляет угол 36 градусов. Под каким углом к горизонту следует расположить зеркало, чтобы осветить солнечными лучами дно вертикального колодца?



6. Два плоских прямоугольных зеркала образуют двугранный угол 179 градусов. На расстоянии 10 см от линии соприкосновения зеркал и на одинаковом расстоянии от каждого зеркала находится точечный источник света. Определить расстояние между мнимыми изображениями источника в зеркалах.
7. Определить число изображений предмета, помещенного между двумя плоскими зеркалами, образующими друг с другом угол φ , в предположении, что число $m = 2\pi/\varphi$ – целое.
8. Найти все изображения предмета, находящегося между двумя зеркалами, наклоненными друг к другу под углом 60 градусов. Построить ход лучей.

Тема: Геометрическая оптика.

Закон преломления.

Занятие № 3.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. На горизонтальном дне бассейна глубиной $1,5$ м лежит плоское зеркало. Луч света входит в воду под углом 45 градусов. Определить расстояние от места вхождения луча в воду до места выхода его на поверхность воды после отражения от зеркала.
2. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 6 см падает под углом 35 градусов луч света. Определить боковое смещение луча, прошедшего сквозь эту пластинку.
3. На нижней стороне плоскопараллельной стеклянной пластинки нанесена чернилами точка, которую наблюдатель видит на расстоянии $h = 5$ см от верхней поверхности. Определите толщину d пластинки, если луч зрения перпендикулярен к поверхности пластинки, показатель преломления стекла $n = 1,6$. Считать для малых углов $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.
4. Под каким углом свет падает на плоскую поверхность стекла, если отраженный и преломленный лучи образуют между собой прямой угол. Скорость света в стекле равна $2 \cdot 10^8$ м/с. В вакууме скорость распространения света постоянна и равна $3 \cdot 10^8$ м/с.

5. Луч света падает на границу раздела двух сред. Угол падения луча равен $\alpha = 48^\circ$, а угол преломления $\gamma = 26^\circ$. Определить угол между отраженным и преломленным лучами.
6. Наблюдатель рассматривает светящуюся точку через плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления 1,5 и толщиной 3 см так, что луч зрения нормален к пластинке. Определить расстояние между точкой и её изображением.
7. Световой луч распространяется в стекле с показателем преломления $n = 1,5$. На его пути встречается щель, заполненная воздухом. Грани щели плоские и параллельные, расстояние между гранями равно $d = 3$ см, угол падения луча на грань $\alpha = 30^\circ$, на какое расстояние сместится световой луч, вышедший из щели, относительно продолжения падающего луча?
8. На дне стеклянной ванны лежит зеркало, поверх которого налит слой воды высотой $d = 20$ см. В воздухе на высоте $l = 30$ см над поверхностью воды висит лампа. На каком расстоянии от поверхности воды смотрящий в воду наблюдатель увидит изображение лампы в зеркале? Показатель преломления воды $n = 1,33$.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. На дне водоема глубиной H лежит монетка. Наблюдатель разглядывает монетку, расположившись на одной вертикали с монеткой в непосредственной близости от поверхности воды. На каком расстоянии h он видит монету?
2. Луч света падает на прозрачную плоскопараллельную пластинку под углом α_1 и выходит в первоначальную сред. Под каким углом α_3 луч выйдет из пластины и каково его смещение? Показатель преломления пластины n_2 и толщина пластины d .
3. При нормальном падении света на боковую грань поворотной призмы, он падает на другую грань под углом 45 градусов. При каком показателе преломления вещества призмы свет будет испытывать полное внутреннее отражение?

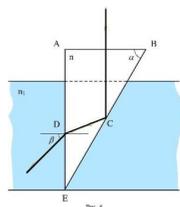
4. При каком показателе преломления вещества призмы она может быть оборотной? Если свет падает на призму параллельно её основанию под углом падения 45° градусов.

5. Световой пучок, расходящийся под малым углом 2α , падает на торцевую поверхность прозрачного цилиндра, изготовленного из вещества с показателем преломления n . При каком угле α свет из цилиндра в воздух не выйдет?

6. Преломляющий угол призмы φ и угол падения луча на боковую грань призмы малы. На какой угол θ отклоняется луч от первоначального направления при прохождении призмы с показателем преломления n ?

7. Кубический сосуд с непрозрачными стенками расположен так, что глаз наблюдателя не видит его дна, но полностью видит внутреннюю поверхность стенки. До какой высоты h надо заполнить сосуд водой, чтобы наблюдатель смог увидеть предмет, находящийся на дне сосуда на расстоянии 10 см от стенки?

8. В воду опущен прямоугольный стеклянный клин с показателем преломления стекла $n = 1,5$. При каком минимальном значении угла α луч света, падающий нормально на грань AB , достигнет грани AE ? Под каким углом β он выйдет из призмы?



Тема: Геометрическая оптика.

Сферические зеркала.

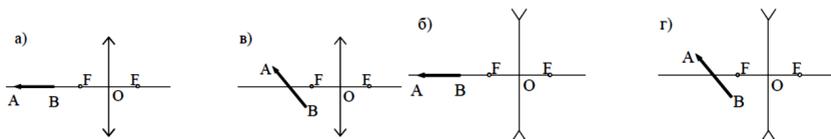
Линзы.

Занятие № 4.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Построить изображение предмета, если он находится от вершины вогнутого сферического зеркала на расстоянии: 1) большем радиуса зеркала; 2) равном радиусу; 3) меньшем фокусного расстояния; 4) между фокусом и центром зеркала.

2. Построить изображение предмета в линзах.



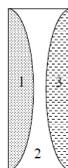
3. При определенном расположении, изображение предмета в вогнутом зеркале в три раза меньше самого предмета. Если же предмет передвинуть на расстояние 15 см ближе к зеркалу, то изображение станет в 1,5 раза меньше предмета. Найти фокусное расстояние зеркала.

4. Расстояние от предмета до собирающей линзы $d = 40$ см. Фокусное расстояние $F = 30$ см. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы f .

5. Фокусное расстояние вогнутого зеркала равно 15 см. Зеркало даёт действительное изображение предмета, уменьшенное в три раза. Определить расстояние от предмета до зеркала.

6. Двояковыпуклая линза из стекла ($n = 1,5$) обладает оптической силой 4 дптр. При её погружении в жидкость ($n_1 = 1,7$) линза действует как рассеивающая. Определить оптическую силу линзы в жидкости, фокусное расстояние линзы в жидкости.

7. Из тонкой плоскопараллельной стеклянной пластинки изготовлены три линзы. Фокусное расстояние линз 1 и 2, сложенных вместе равно f_1 , фокусное расстояние линз 2 и 3 равно f_2 . Определить фокусное расстояние каждой из линз.



8. Тонкая плосковыпуклая собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см выпуклой стороной с радиусом кривизны 15 см погрузили в воду наравне с плоской поверхностью. На каком расстоянии от линзы и где будет находиться изображение Солнца, находящегося в зените?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Вогнутое сферическое зеркало даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Расстояние от предмета до зеркала равно 25 см. Определить радиус кривизны зеркала.

2. Радиус кривизны выпуклого зеркала равен 50 см. Предмет высотой 15 см находится на расстоянии равном 1 м от зеркала. Определить расстояние от зеркала до изображения и его высоту.
3. Задача 3. Величина изображения предмета в вогнутом сферическом зеркале вдвое больше, чем величина самого предмета. Расстояние между предметом и изображением 15 см. Определить фокусное расстояние и оптическую силу зеркала.
4. Передвигая тонкую собирающую линзу между источником и экраном, нашли два положения, при которых линза дает на экране четкое изображение предмета. Найти высоту предмета, если высота первого изображения 10 см, а второго 40 см.
5. Двояковыпуклая линза с показателем преломления 1,5 имеет одинаковые радиусы кривизны поверхностей, равные 10 см. Изображение предмета с помощью этой линзы оказывается в пять раз больше предмета. Определить расстояние от предмета до изображения.
6. Воздушная линза, образованная двумя часовыми стеклами с различными радиусами кривизны, помещена в воду. Найти фокусное расстояние этой линзы, зная, что стеклянная линза такой же формы имеет в воздухе фокусное расстояние 40 см.
7. Двояковыпуклая линза из стекла с показателем преломления $n_1 = 1,51$ и с радиусами кривизны $R_1 = R_2 = R = 0,2$ м помещена в сероуглерод с показателем преломления $n_2 = 1,62$. Определить оптическую силу линзы.
8. Выпуклое сферическое зеркало имеет радиус кривизны 60 см. На расстоянии 10 см от зеркала поставлен предмет высотой 2 см. Определить положение изображения, высоту изображения, построить чертёж.

Тема: Основы фотометрии.

Занятие № 5.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Какой световой поток падает на поверхность площадью 200 см^2 в ясный солнечный день, когда освещенность достигает 100000 лк ?
2. Сила света источника 200 св . Найти полный световой поток, испускаемый этим источником, и освещенность поверхности, перпендикулярной к направлению лучей и находящейся на расстоянии 5 м от источника.
3. На столбе высотой 8 м подвешена электрическая лампочка, дающая полный световой поток 3768 лм . Определить освещенность поверхности земли у основания столба и на расстоянии 4 м от основания столба.
4. Над столом находится светильник, представляющий собой плоский горизонтальный диск радиусом 25 см . Расстояние от него до поверхности стола 75 см . Освещенность стола под центром светильника 70 лк . Найти светимость этого источника, считая его ламбертовским.
5. Определить светимость поверхности, яркость которой зависит от направления по закону $L = L_0 \cos \theta$, где θ - угол между направлением излучения и нормалью к поверхности.
6. Равномерно светящийся купол, имеющий вид полусферы, опирается на горизонтальную поверхность. Определить освещенность в центре этой поверхности, если яркость купола равна L и не зависит от направления.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Вертикальный луч прожектора освещает центр потолка круглой комнаты радиусом 2 м . При этом на потолке образуется небольшой зайчик площадью 100 м^2 . Освещенность зайчика 1000 лк . Коэффициент отражения $0,8$. Найти наибольшую освещенность стены, создаваемую светом, отраженным от потолка.
2. Точечный изотропный источник испускает световой поток 10 лм с длиной волны $0,59 \text{ мкм}$. Найти амплитудные значения напряженностей электри-

ческого и магнитного полей этого светового потока на расстоянии 1 м от источника.

3. Найти световую энергию, которая падает на планету за период её обращения вокруг Солнца по вытянутому эллипсу, если световая мощность Солнца P , площадь сечения планеты S и в момент, когда планета находится на минимальном расстоянии r_0 от Солнца, её скорость равна v_0 .

4. Солнечные лучи, падая нормально на экран, дают освещенность 1000 лк. Перед экраном помещают поочередно тонкие линзы с оптической силой 5 диоптрий на расстоянии 60 см и тонкую линзу с оптической силой минус 2 диоптрии на расстоянии 20 см. Определить в обоих случаях среднюю освещенность экрана в тени от линзы и в светлом кольце вокруг тени. Потерями света в линзе пренебречь.

5. На столе лежит книга на расстоянии 1 м от основания перпендикуляра, опущенного из лампы на плоскость стола. Лампа может перемещаться только вверх и вниз. На какой высоте над столом следует её поместить, чтобы освещенность книги была наибольшей?

6. Светящаяся часть люминесцентной лампы мощностью 15 Вт имеет форму цилиндра длиной 42 см и диаметром 3 см. Яркость её равна 0,5 сб. Определить к.п.д. лампы.

7. Найти яркость изображение Луны, наблюдаемой в телескоп с объективом диаметром 75 мм, при 50 – кратном увеличении. Яркость Луны, видимой невооруженным глазом, принять за единицу. Диаметр зрачка глаза считать равным 3 мм.

Тема: Интерференция света.

Занятие № 6.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Сколько длин волн монохроматического света с частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц уложится на пути 1,2 мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

2. На пути световой волны идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной 1 мм. Насколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально, 2) под углом 30° .
3. Оптическая разность хода двух интерферирующих волн монохроматического света равна $0,3 \lambda$. Определить разность фаз.
4. Найти все длины волн видимого света от 0,76 до 0,38 мкм, которые будут максимально усилены и максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн равной 1,8 мм.
5. Если на пути одного из интерферирующих лучей поместить перпендикулярно этому лучу тонкую стеклянную пластинку, то центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Длина волны 0,5 мкм. Определить толщину пластинки.
6. Расстояние между двумя когерентными источниками света с длиной волны 0,5 мкм, равно 0,1 мм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 мм. Определить расстояние от источников до экрана.
7. Расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить угловое расстояние между соседними светлыми полосами, если третья светлая полоса на экране отстоит от центра интерференционной картины на расстоянии 4,5 мм.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Определить длину отрезка, на котором укладывается столько же длин волн монохроматического света в вакууме, сколько их укладывается на отрезке 5 мм в стекле.
2. Какой длины путь пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за какое он проходит путь длиной 1 м в воде?
3. Два параллельных пучка световых вол падают на стеклянную призму с преломляющим углом 30° и после преломления выходят из нее. Найти оптическую разность хода световых волн после преломления их призмой.
4. Расстояние между щелями равно 1 мм, а расстояние от щелей до экрана 3 м. Определить положение первой светлой полосы и положение третьей

темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 0,5 мкм.

5. Расстояние между двумя щелями равно 1 мм, расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны, испускаемой источником монохроматического света, если ширина полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

6. Расстояние между двумя щелями 0,5 мм. Длина волны света 0,6 мкм. Определить расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 1,2 мм.

7. Определить, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране, если свет вначале проходил через фиолетовый светофильтр, а затем через красный.

Тема: Интерференция света.

Метод деления волнового фронта.

Занятие № 7.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

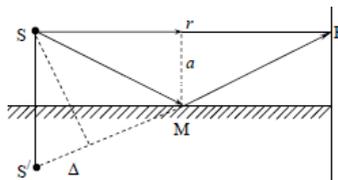
1. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 1 мм, а расстояние от щелей до экрана 1 м. Определить положение первой светлой полосы и положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 500 нм.

2. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 5 мм. Длина волны света 600 нм. Определить расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 12 мм.

3. Определить, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте Юнга, если свет вначале проходил через фиолетовый светофильтр, а затем через красный.

4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 3 м. Длина волны 0,6 мкм. Определить ширину полос интерференции на экране.

5. Источник света с длиной волны равной $0,6 \text{ мкм}$ расположен над зеркалом Ллойда. Что будет наблюдаться в точке P, где сходятся лучи SP и SMP, свет или темнота, если $r = 2 \text{ м}$, $a = 0,55 \text{ мм}$, $SM = MP$.



6. Каков тупой угол бипризмы Френеля, если при расстоянии r от источника до бипризмы и при расстоянии l от бипризмы до экрана интерференционные полосы света с длиной волны λ отстоят друг от друга на расстоянии Δx ? Показатель преломления материала призмы n .

7. Билинза Бийе изготовлена из двух половинок тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см . На расстоянии 15 см от неё помещен источник света в виде щели, освещаемой широкоугольным пучком света с длиной волны 579 нм . Экран для наблюдения интерференционных полос установлен с противоположной стороны билинзы на расстоянии 330 см от неё. При какой минимальной ширине щели интерференционные полосы на экране пропадут? Расстояние между половинками билинзы 05 мм . Различные точки щели излучают световые волны некогерентно.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана равны соответственно 25 см и 100 см . Бипризма стеклянная с преломляющим углом 20° . Найти длину волны света, если ширина интерференционной полосы на экране $0,55 \text{ мм}$.

2. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм , расстояние от щелей до экрана равно 3 м . Определить длину волны, испускаемой источником монохроматического света, если ширина полос интерференции на экране равна $1,5 \text{ мм}$.

3. В опыте Ллойда световая волна, исходящая непосредственно от источника интерферирует с волной отраженной от зеркала. В результате на экране образуется система интерференционных полос. Расстояние от источника до экрана 100 см . При некотором положении источника ширина интерференционной

полосы на экране 0,25 мм, а после того как источник отодвинули от плоскости зеркала на 0,60 мм, ширина полос уменьшилась в 1,5 раза. Найти длину волны света.

4. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 5 м. В желтом свете ширина интерференционных полос равно 6 мм. Определить длину волны желтого цвета.

5. Линзу диаметром 5 см и с фокусным расстоянием 25 см разрезали по диаметру на две одинаковые половинки, причем удаленным оказался слой толщиной 1 мм. После этого обе половины сдвинули до соприкосновения и в фокальной плоскости полученной билинзы Бийе поместили источник света с длиной волны 0,64 мкм. За линзой поместили экран на расстоянии 50 см от неё. Определить ширину интерференционной полосы на экране и число возможных максимумов.

Тема: Интерференция света.

Метод деления амплитуды.

Занятие № 8.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2 . Свет с длиной волны 0,6 мкм падает нормально на пластинку. Определить оптическую разность хода волн, отраженных от верхней и нижней поверхностей пластинки. Указать усилится или ослабится интенсивность света при интерференции при следующих отношениях показателей преломления 1) $n_1 < n_2$; 2) $n_1 > n_2$; 3) $n_1 < n_2$; 4) $n_1 > n_2$.

2. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

3. На плоскопараллельную пленку с показателем преломления 1,33 под углом 45 градусов падает параллельный пучок белого света. Определить при какой наименьшей толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый свет с длиной волны 0,6 мкм.
4. На тонкий стеклянный клин падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол между поверхностями клина равен $2'$. Определить длину световой волны, если расстояние между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,3 мм.
5. Диаметр второго светлого кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны 0,6 мкм равен 1,2 мм. Определить оптическую силу плосковыпуклой линзы, взятой для опыта.
6. Диаметры двух светлых колец Ньютона равны соответственно 4 мм и 4,8 мм. Порядковые номера колец не определялись, но известно, что между двумя измеренными кольцами расположены три светлых кольца. Кольца наблюдались в отраженном свете с длиной волны 500 нм. Найти радиус кривизны плосковыпуклой линзы.
7. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом $30''$. Пространство между пластинками заполнено глицерином. На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина. Какое число темных полос приходится на 1 см длины клина?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает под углом 30 градусов пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,6 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?
2. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

3. Плосковыпуклая линза с оптической силой 2 дптр выпуклой стороной лежит на стеклянной пластине. Радиус четвертого темного кольца Ньютона в проходящем свете равен 0,7 мм. Определить длину световой волны.
4. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками заключен очень тонкий воздушный слой в форме клина. На пластинки нормально падает монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Определить угол между пластинками, если в отраженном свете на протяжении 1 см наблюдается 20 интерференционных полос.
5. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластине. Определить толщину слоя воздуха там, где в отраженном свете с длиной волны 0,6 мкм видно первое кольцо Ньютона.
6. На пленку с $n = 1,3$ падает нормально белый свет. При какой наименьшей толщине пленки она будет наиболее прозрачной для света с $\lambda = 0,60$ мкм?

Тема: Интерференция света.

Применение интерференции.

Занятие № 9.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Для уменьшения потерь света при отражении от стекла на поверхность объектива ($n = 1,7$) нанесена тонкая пленка ($n = 1,3$). При какой наименьшей её толщине произойдет максимальное ослабление отраженного света, длина волны которого приходится на среднюю часть видимого спектра ($\lambda = 0,56$ мкм). Свет падает нормально к поверхности объектива.
2. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 450 полос зеркало пришлось переместить на расстояние 0,135 мм. Определить длину волны падающего света.
3. На пути одного из лучей интерференционного рефрактометра поместили откачанную трубку длиной 10 см. При заполнении трубки хлором интерференционная картина сместилась на 131 полосу. Определить показатель пре-

ломления хлора, если наблюдения производились с монохроматическим светом с длиной волны 0,59 мкм.

4. На толстую плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления 1,5, покрытую очень тонкой пленкой постоянной толщины с показателем преломления 1,4, падает нормально пучок параллельных лучей монохроматического света с длиной волны 0,6 мкм. Определить толщину пленки, если отраженный свет максимально ослаблен.

5. В просветленной оптике для устранения отражения светлана поверхность линзы наносится тонкая пленка вещества с показателем преломления 1,26, меньшим чем у стекла. При какой толщине пленки отражение света от линзы не будет наблюдаться ? Длина волны падающего света 0,55 мкм, угол падения 30 градусов.

6. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон откачанная до высокого вакуума стеклянная кювета длиной 15 см. При заполнении кюветы аммиаком интерференционная картина для длины волны 589 нм сместилась на 192 полосы. Определить показатель преломления аммиака.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Для измерения показателей преломления прозрачных веществ используют газовый интерферометр. При освещении щелей интерферометра монохроматическим светом с длиной волны 591 нм наблюдается интерференционная картина. Когда воздух в одной из трубок интерферометра заменили аммиаком, картина сместилась вверх на 17 полос. Определить показатель преломления аммиака, если для воздуха он равен 1,00029.

2. На пути одного из лучей интерферометра Жамена поместили откачанную трубку длиной 10 см. При заполнении трубки хлором интерференционная картина сместилась на 131. Длина волны монохроматического света в этом опыте была равна 0,59 мкм. Найти показатель преломления хлора.

3. Какую ширину может иметь источник света в интерферометре Майкельсона при наблюдении полос равной толщины, если зеркала интерферометра

расположены на неодинаковых расстояниях от делительной пластинки. Фокусное расстояние коллиматора 25 см, длина волны света 0,5 мкм, расстояние от первого зеркала до пластинки 2 см.

4. На линзу с показателем преломления 1,58 нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,55 мкм. Для устранения потерь света в результате отражения на линзу наносится тонкая пленка. Определить оптимальный показатель для пленки и толщину пленки.

5. Определить длину волны света в опыте с интерферометром Майкельсона, если для смещения интерференционной картины на 112 полос зеркало пришлось переместить на расстояние 33 мкм

6. Как связаны между собой показатели преломления пленки, среды и стекла при просветлении оптики.

Тема: Дифракция света.

Дифракция Френеля.

Метод зон Френеля.

Занятие № 10.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Найти радиус четвертой зоны Френеля, если расстояние от источника до экрана с круглым отверстием равно 10 м, а расстояние от отверстия до экрана для наблюдения дифракционной картины 15 м. Длина волны падающего света 0,5 мкм.

2. Определить радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м. Длина волны 0,6 мкм.

3. Свет от монохроматического источника с длиной волны 0,6 мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. Диаметр отверстия 6 мм. За диафрагмой на расстоянии 3 м от нее находится экран. Определить сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы, и каким будет центр дифракционной картины на экране.

4. Точечный источник света с длиной волны $0,5 \text{ мкм}$ расположен на расстоянии 1 м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром 2 мм . Определить расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.
5. Сферическая волна, распространяющаяся из точечного монохроматического источника света с длиной волны $0,6 \text{ мкм}$, встречает на своем пути экран с круглым отверстием радиусом $0,4 \text{ мм}$. Расстояние от источника до экрана равно 1 м . Определить расстояние от отверстия до точки экрана, лежащей на линии, соединяющей источник с центром отверстия, где наблюдается максимум освещенности.
6. На зонную пластинку падает плоская монохроматическая волна с длиной волны $0,5 \text{ мкм}$. Определите радиус первой зоны Френеля, если расстояние от зонной пластинки до места наблюдения 1 м .

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Вывести формулу для радиуса m -й зоны Френеля. Показать, что площади зон примерно одинаковы.
2. На диафрагму с круглым отверстием радиусом 2 мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $0,5 \text{ мкм}$. На экране, отстоящем от отверстия на расстоянии 1 м , наблюдается дифракционная картина. Сколько зон Френеля открывает отверстие для точки наблюдения. Центра дифракционной картины? Светлое или темное пятно получается в этой точке? На каком расстоянии от отверстия центр дифракционной картины будет наиболее светлым, наиболее темным?
3. Точечный источник света с $\lambda = 550 \text{ нм}$ помещен на расстоянии 1 м перед непрозрачной преградой с отверстием радиуса 2 мм . При этом отверстие открывает m зон Френеля. Чему равно минимальное значение m ? При каком расстоянии от преграды до точки наблюдения получится минимальное значение m ?
4. Между точечным источником света и экраном поместили диафрагму с узким отверстием, радиус которого можно менять. Расстояния от диафрагмы

до источника и экрана равны 100 см и 125 см. Определить длину волны света, если максимум освещенности в центре дифракционной картины на экране наблюдается при $r_1 = 1$ мм и следующий максимум при $r_2 = 1,29$ мм.

5. Свет от источника с $\lambda = 600$ нм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием $r = 0,6$ мм. Темным или светлым будет центр дифракционной картины на экране находящемся на расстоянии 0,3 м от диафрагмы?

6. Экран для наблюдения и источник света с $\lambda = 550$ нм расположены на расстоянии 1 м. Диафрагма с круглым отверстием находится посередине между ними. При каком наименьшем диаметре диафрагмы центр дифракционной картины будет темным?

Тема: Дифракция света.

Дифракция Френеля.

Метод векторных диаграмм.

Занятие № 11.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Плоская световая волна с $\lambda = 640$ нм и интенсивностью $I_0 = 1$ Вт/м² падает нормально на круглое отверстие радиусом 1,2 мм. Найти интенсивность в центре дифракционной картины на экране, отстоящем на расстоянии 1,5 м от отверстия.

2. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью $I_0 = 1$ Вт/м² падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света за экраном в точке, для которой отверстие: а) равно первой зоне Френеля, б) равно внутренней половине первой зоны Френеля, в) сделали равным первой зоне Френеля и затем закрыли его половину по диаметру?

3. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью $I_0 = 1$ Вт/м² падает нормально на непрозрачный диск, закрывающий для точки наблюдения первую зону Френеля. Какова стала интенсивность света в точке наблюдения после того, как у диска удалили по диаметру: а) половину, б) половину внешней половины первой зоны Френеля?

4. Свет с $\lambda = 600$ нм падает нормально на поверхность стеклянного диска, который перекрывает полторы зоны Френеля для точки наблюдения. При какой толщине этого диска интенсивность света в точке наблюдения будет максимальной?

5. Плоская световая волна с $\lambda = 600$ нм падает нормально на большую стеклянную пластинку, на противоположной стороне которой сделана круглая выемка. Для точки наблюдения она представляет собой первые полторы зоны Френеля. Найти глубину выемки, при которой интенсивность света в точке наблюдения будет: а) максимальной, б) минимальной, в) равной интенсивности падающего света.

6. Непрозрачный экран, имеющий форму полудиска, помещен между точечным источником и точкой наблюдения таким образом, что центр полудиска располагается на одной прямой с источником и точкой наблюдения. Радиус полудиска равен радиусу третьей зоны Френеля для точки наблюдения. Какова интенсивность света в точке наблюдения?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

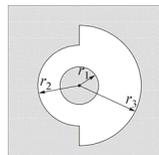
1. Между точечным источником света и точкой наблюдения расположена преграда с круглым отверстием, открывающим для точки наблюдения одну зону Френеля. При этом интенсивность света в точке наблюдения равна I_1 . Во сколько раз нужно уменьшить отверстие, чтобы интенсивность света в точке наблюдения стала равна $I_1/4$.

2. Плоская световая волна интенсивностью I_0 с длиной волны λ падает нормально на круглое отверстие радиусом r . Найти интенсивность в центре дифракционной картины на экране, отстоящем на расстоянии b от отверстия ($b \gg r$).

3. Плоская световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на край большого непрозрачного экрана имеющего полукруглую выемку радиусом r . На белой стене, параллельной плоскости экрана, наблюдается дифракционная картина. Найти интенсивность в точке на стене, являющейся проекцией

центра выемки, если расстояние между экраном и стеной b , длина волны света λ .

4. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на экран с отверстием, форма которого показана на рисунке. Характерные радиусы объекта равны соответственно $r_1 = R_1$, $r_2 = \sqrt{2}R_1$, $r_3 = \sqrt{2}R_2$, где R_1 и R_2 — радиусы первой и второй зон Френеля. Найти интенсивность в точке наблюдения.



5. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью I_0 падает нормально на непрозрачный экран, в котором прорезана длинная щель с полукруглым вырезом на одной из сторон. Край выреза совпадает с границей первой зоны Френеля. Ширина щели $0,90$ радиуса выреза. Найти интенсивность света в точке наблюдения, центр полукруга.

Тема: Дифракция света.

Дифракция Фраунгофера на щели.

Занятие № 12.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света, длина волны которого укладывается на ширине щели 6 раз. Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?
2. На щель шириной $0,05$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $0,6$ мкм. Определить угол отклонения лучей, соответствующий второй светлой дифракционной полосе.
3. Монохроматический свет падает на длинную прямоугольную щель шириной 12 мкм под углом 30° к её нормали. Определить длину волны света, если направление на первый минимум от центрального фраунгоферова максимума составляет 33° .
4. Перед щелью шириной $28,5$ мкм, освещенной монохроматическим пучком света, помещена собирающая линза. На экране, отстоящем на 10 см от линзы,

наблюдаются полосы дифракции. Среднее расстояние между расположенными симметрично полосами равно 0,23 см. Определить длину световой волны.

5. Свет с длиной волны 0,5 мкм падает на щель шириной 10 мкм под углом 30 градусов к её нормали. Найти угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального Фраунгоферова максимума.

6. На узкую щель шириной 0,1 мм падает нормально плоская монохроматическая волна с длиной волны 0,585 мкм. Найти расстояние между первыми дифракционными минимумами на экране, удаленном от щели на 0,6 м

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. С помощью векторного сложения колебаний вывести формулу для распределения интенсивности в дифракционной картине при дифракции Фраунгофера на щели.

2. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см.

3. На щель шириной b нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника с длиной волны λ . Определить ширину центрального максимума в дифракционной картине, проецируемой с помощью линзы на экран, отстоящий от линзы на расстоянии L .

4. Одну половину длинной узкой щели шириной b перекрывают тонкой прозрачной пластинкой с показателем преломления n . В результате интенсивность света в центре дифракционной картины уменьшилась в два раза. Найти толщину пластинки и интенсивность света в направлениях, соответствующих направлениям на дифракционные минимумы в отсутствие пластинки.

5. Плоская монохроматическая волна с длиной волны 0,6 мкм и интенсивностью 10 мВт/см^2 падает нормально на узкую длинную щель шириной 60 мкм. Оценить интенсивность в центре дифракционной картины на экране, который находится за щелью на расстоянии 60 см.

6. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 589 нм. Под какими углами будут наблюдаться дифракционные минимумы света?

7. На щель шириной 2 мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном на расстоянии 1 м.

Тема: Дифракция света.

Дифракция Фраунгофера на решетке.

Занятие № 13.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. На дифракционную решетку, содержащую 100 мм^{-1} штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, её нужно повернуть на 20° . Определить длину волны света.

2. Дифракционная решетка освещена параллельным пучком белого света. Разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров равна $0^\circ 12'$, длины волн этих крайних лучей можно принять равными 0,76 мкм и 0,38 мкм. Определить период решетки.

3. Дифракционная решетка освещена нормально падающим светом. В дифракционной решетке максимум второго порядка отклонен на угол 14° , на какой угол отклонен максимум третьего порядка.

4. Дифракционная решетка содержит 100 штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Максимум, какого наибольшего порядка дает решетка? Найти общее число максимумов, которые дает эта решетка. Определить угол дифракции соответствующий последнему максимуму.

5. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновских лучей с длиной волны 1,46 нм. Определить расстояние между атомными

плоскостями кристалла, если дифракционный максимум третьего порядка наблюдается, когда лучи падают под углом 55 градусов с нормалью к поверхности кристалла.

6. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом 65 градусов к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны рентгеновского излучения.

7. На грань кристалла падает параллельный пучок рентгеновских лучей с длиной волны 1,46 нм. Расстояние между атомными плоскостями кристалла 0,28 нм. Под углом к плоскости грани наблюдаются дифракционные максимумы второго и третьего порядка?

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. На дифракционную решетку под углом θ падает монохроматический свет с длиной волны λ . Найдите условие, определяющее направления на главные максимумы, если $d \gg m\lambda$.

2. На дифракционную решетку нормально к её поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны 0,5 мкм. Помещенная вблизи решетки линза проецирует дифракционную картину на экран. Он находится в фокальной плоскости линзы удален от неё на расстояние 1 м. Расстояние между двумя максимумами первого порядка на экране равно 20 см. Определить: 1) постоянную решетки; 2) число штрихов на 1 мм; 3) общее число максимумов которое дает решетка; 4) угол под которым виден последний максимум.

3. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ($\lambda = 0,4$ мкм) спектра третьего порядка.

4. На дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к её поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину спектра

первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана равно 3 м. Границы видимости спектра 780 нм и 400 нм.

5. Узкий пучок рентгеновских лучей падает под углом скольжения 60 градусов на естественную грань монокристалла NaCl, плотность которого $2,16 \text{ г/см}^3$. При зеркальном отражении от этой грани образуется максимум второго порядка. Определить длину волны рентгеновского излучения.

6. При прохождении узкого пучка рентгеновских лучей с длиной волны 17,8 пм через поликристаллический образец, на экране, расположенном на расстоянии 15 см от образца, возникает система концентрических дифракционных колец максимумов. Определить радиус светлого кольца, соответствующего второму порядку отражения от системы плоскостей с межплоскостным расстоянием 155 пм.

Тема: Дифракция света.

Дифракция Фраунгофера.

Характеристики спектральных и оптических приборов.

Занятие № 14.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Подсчитать разрешающую способность дифракционной решетки с периодом 250 мкм и шириной 3 см в спектре первого и четвертого порядков.
2. На дифракционную решётку нормально падает пучок света. Красная линия 630 нм видна в спектре третьего порядка под углом 60 градусов. Определить:
1) какая спектральная линия видна под этим же углом в спектре четвёртого порядка; 2) какое число штрихов на 1 мм имеет решётка; 3) чему равна угловая дисперсия решётки для 630 нм в спектре третьего порядка.
3. Угловая дисперсия дифракционной решетки для излучения некоторой длины волны при малых углах дифракции составляет 5 мин/нм. Определить разрешающую силу этой решётки для излучения той же длины волны, если длина решётки равна 2 см.

4. Нормально поверхности дифракционной решётки падает пучок света. За решёткой помещена собирающая линза с оптической силой 1 дптр. В фокальной плоскости линзы расположен экран. Определить число штрихов на 1 мм этой решётки, если при малых углах дифракции линейная дисперсия равна 1 мм/нм.
5. На дифракционную решётку нормально её поверхности падает монохроматический свет с длиной волны 650 нм. За решёткой находится линза, в фокальной плоскости которой расположен экран. На экране наблюдается дифракционная картина под углом дифракции 30 градусов. При каком главном фокусном расстоянии линзы линейная дисперсия равна 0,5 мм/нм?
6. В станции Зеленчукской на Кавказе установлен телескоп с диаметром зеркала 6 м. Определить, можно ли с его помощью разрешить, увидеть раздельно, компоненты двойной звезды, если угол между ними при рассмотрении с Земли составляет 10^{-6} рад.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Чему равна постоянная дифракционной решётки, если она разрешит в первом порядке линии спектра калия 404,4 нм и 404,7 нм? Ширина решётки 3 см.
2. На дифракционную решётку, содержащую 500 штрихов на 1 мм, падает монохроматический свет с длиной волны 700 нм. За решёткой помещена собирающая линза с главным фокусным расстоянием 50 см. Определить линейную дисперсию такой системы для максимума второго порядка.
3. Диаметр объектива телескопа равен 8 см. Каково наименьшее угловое расстояние между двумя звёздами, дифракционные изображения которых в фокальной плоскости объектива получаются раздельными? При малой освещённости глаз человека наиболее чувствителен к свету с длиной волны 0,5 мкм.
4. На шпиле высотного здания укреплены одна под другой две красные лампы с длиной волны 640 нм. Расстояние между лампами 20 см. Здание рассматривают ночью в телескоп с расстояния 15 км. Определить наименьший

диаметр объектива, при котором в его фокальной плоскости получают отдельные дифракционные изображения.

5. Оценить максимальное расстояние, с которого ещё могут быть видны отдельно светящиеся фары автомобиля.

6. Какой должна быть минимальная ширина дифракционной решетки с периодом 2 мкм, чтобы с её помощью можно было разрешить две линии 500 нм и 500,05 нм во втором порядке спектра?

Тема: Поляризация света.

Закон Брюстера

Занятие № 15.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Естественный свет падает на кристалл алмаза под углом полной поляризации. Найти угол преломления света, если показатель преломления алмаза равен 2,42.

2. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован? Показатель преломления воды равен 1,33.

3. Луч свет, проходя слой льда, падает на алмазную пластинку, частично отражается, частично преломляется. Определить каким должен быть угол падения, чтобы отраженный луч был полностью поляризован. Показатели преломления льда и алмаза равны соответственно 1,31 и 2,42.

4. Под каким углом должен падать пучок света из воздуха на поверхность жидкости, чтобы при отражении от дна стеклянного сосуда, наполненного водой, свет был полностью поляризован? Показатели преломления воды и стекла равны соответственно 1,33 и 1,51.

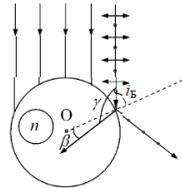
5. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом 54 градуса. Определить угол преломления пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Предельный угол полного внутреннего отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен 43 градуса. Определить угол Брюстера для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

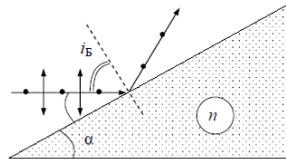
2. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины пучок света образует угол 97 градусов с падающим пучком. Определить показатель преломления жидкости, если отраженный свет полностью поляризован.

3. Пучок естественного света падает на стеклянный шар. Определить угол между преломленным и падающим пучками, если отраженный пучок полностью поляризован.



4. Пучок естественного света падает на стеклянную призму. Определить двугранный угол призмы, если отраженный пучок полностью поляризован.

5. Найти угол полной поляризации для света, отраженного от стекла. Найти степень поляризации преломленного света. Падающий свет естественный.



Тема: Поляризация света.

Закон Малюса.

Занятие № 16.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Определить степень поляризации света, который представляет собой смесь естественного света и плоскополяризованного, если интенсивность поляризованного света в 5 раз больше интенсивности естественного.

2. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два поляризатора, плоскости пропускания которых образуют угол 30 градусов,

если в каждом из поляризаторов в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света.

3. Определить во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два поляризатора, главные плоскости которых образуют угол 60 градусов, если каждый из поляризаторов как поглощает, так и отражает 5% падающего на них света.

4. Анализатор в 2 раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь.

5. На николю падает пучок частично поляризованного света. При некотором положении николя интенсивность света, прошедшего через него, стала минимальной. Когда плоскость пропускания николя повернули на угол 45 градусов, интенсивность света возросла в 1,5 раза. Определить степень поляризации света.

6. Степень поляризации частично поляризованного света составляет 0,75. Определите отношение максимальной интенсивности света, пропускаемого анализатором, к минимальной интенсивности света.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два поляризатора, расположенных так, что угол между их главными плоскостями равен 45 градусов, а каждый из поляризаторов поглощает 5% интенсивности падающего на него света.

2. На пути частично поляризованного света, степень поляризации которого равна 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 30 градусов?

3. Интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор, уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз она уменьшится, если за первым поста-

вить второй такой же поляризатор так, чтобы угол между их главными плоскостями был равен 60 градусов.

4. Какой угол образуют плоскости поляризации двух николей, если свет, вышедший из второго николя, был ослаблен в 5 раз? Учесть, что поляризатор поглощает 10%, а анализатор 8% падающего на них света.

5. Угол между плоскостями поляризации двух поляроидов 70 градусов. Как изменится интенсивность прошедшего через них света, если этот угол уменьшить в 5 раз?

6. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два николя, плоскости, поляризации которых составляют угол 45 градусов. Каждый николь поглощает 8% света падающего на него.

Тема: Поляризация света.

Формулы Френеля.

Занятие № 17.

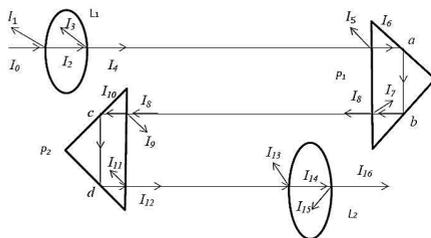
Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Естественный свет падает под углом Брюстера на поверхность стекла. Определить коэффициент отражения.
2. Найти коэффициент отражения при падении естественного света на стекло под углом 45 градусов.
3. Определить коэффициент отражения естественного света при нормальном падении на поверхность прозрачного диэлектрика с показателем преломления 1,5.
4. На плоскопараллельную стеклянную пластинку падает свет под углом Брюстера луч света интенсивностью I_0 . Определить интенсивность прошедшего луча, если падающий свет линейно поляризован и плоскость колебаний его перпендикулярна к плоскости падения.

5. Найти угол полной поляризации для света, отраженного от стекла с показателем преломления 1,5. Найти степень поляризации преломленного света. Падающий свет естественный.

6. Естественный свет падает на поверхность диэлектрика под углом полной поляризации. Степень поляризации преломленного луча составляет 0,124. Найти коэффициент пропускания света.

7. Сколько процентов светового потока теряется на отражение в призматическом бинокле? Схема бинокля дана на рисунке, L_1, L_2 - линзы, P_1, P_2 – призмы. Показатель преломления стекла призм и линз равен 1,5.



8. Узкий пучок естественного света с интенсивностью I_0 падает под углом Брюстера на поверхность плоскопараллельной прозрачной пластинки. При этом от верхней поверхности отражается 0,08 светового потока. Найти интенсивность и степень поляризации отражённой и преломленной волны. Показатель преломления пластинки n .

9. Угол между плоскостью колебаний линейно поляризованного света и плоскостью падения называется азимутом колебаний. Найти азимут колебаний преломлённой волны и азимут колебаний отражённой волны, если азимут колебаний падающей волны 30 градусов, угол падения 45 градусов, а угол преломления 20 градусов.

10. Луч света проходит через жидкость, налитую в стеклянный стакан и отражается от дна. Отраженный луч полностью поляризован при падении света на дно стакана под углом 43 градуса. Найти показатель преломления жидкости. Под каким углом должен падать на дно стакана луч света, идущий в этой жидкости, чтобы наступило полное внутреннее отражение?

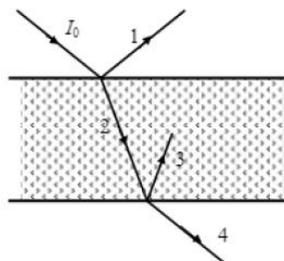
11. Вывести закон Брюстера с помощью формул Френеля.

12. Естественный свет падает под углом Брюстера на поверхность стекла. Определить коэффициент отражения.
13. Определить с помощью формул Френеля коэффициент отражения естественного света при нормальном падении на поверхность стекла.
14. Параксиальный пучок света проходит через центральную оптическую систему, состоящую из пяти стеклянных линз. Определить какая доля света пройдет через систему. Поглощением в стекле пренебречь.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Угол между плоскостью колебаний поляризованного света и плоскостью падения называется азимутом колебаний. Найти азимут преломленной волны и азимут отраженной волны, если азимут падающей волны α , угол падения ϕ , коэффициент преломления n .
2. Найти коэффициент пропускания и степень поляризации преломленного луча при выходе его из стеклянной пластинки, при угле падения 20° . Падающий свет – естественный.
3. Пучок естественного света падает на систему из трех поляризаторов. Главные плоскости второго и третьего поляризаторов соригентированы относительно главной плоскости первого поляризатора под углом 30° и 90° соответственно. Найти пропускание системы.
4. На поверхность воды под углом Брюстера падает пучок плоскополяризованного света. Плоскость колебаний светового пучка составляет угол 45° с плоскостью падения. Найти коэффициент отражения.
5. На границу воздух-стекло падает узкий пучок естественного света под углом 45° . Найти степень поляризации отражённого светового пучка.
6. Естественный свет падает на плоское дно стеклянного сосуда, наполненного водой. Каков должен быть угол падения луча света, чтобы отраженный свет был полностью линейно поляризован? Найти степень поляризации прошедшей в стекло волны.

7. На плоскопараллельную стеклянную пластинку падает под углом Брюстера узкий пучок света интенсивностью I_0 . Определить с помощью формулы Френеля: а) интенсивность прошедшего пучка, если падающий свет линейно поляризован, причем плоскость колебаний его перпендикулярна к плоскости падения; б) степень поляризации прошедшего через пластинку пучка, если падающий свет – естественный.



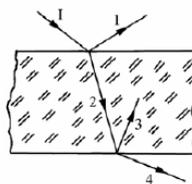
8. Исходя из граничных условий для E и H на границе двух диэлектриков, найти коэффициент отражения и коэффициент пропускания при нормальном падении света.

9. Получить формулы Френеля, используя так называемый энергетический подход.

10. Найти азимут α_0 отраженной волны и азимут α_2 преломленной волны, если азимут падающей волны α_1 , а угол падения и угол преломления равны соответственно θ_1 и θ_2 .

11. Естественный свет с интенсивностью I падает под углом Брюстера из воздуха на поверхность стекла. Найти коэффициент отражения света, и степень поляризации преломленного света.

12. Естественный свет с интенсивностью I падает под углом Брюстера из воздуха на плоскопараллельную стеклянную пластинку. Найти интенсивность и степень поляризации каждого из четырех лучей показанных на рисунке.



13. Найдите толщину воздушного зазора, между двумя прямоугольными призмами из стекла, при котором поляризованное перпендикулярно плоскости падения лазерное излучение, с длиной волны $0,63$ мкм, проходит через них с потерями амплитуды не более чем в $2,7$ раза.

14. Найти фазовый сдвиг между р - и s - компонентами отраженной волны при полном внутреннем отражении.
15. При каком угле полного внутреннего отражения фазовый сдвиг между р - и s - компонентами отраженной волны максимален?

Тема: Поляризация света.

Анизотропия.

Двулучепреломление.

Занятие № 18.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Плоскополяризованный свет, длина волны которого в вакууме 530 нм падает на пластинку из кварца перпендикулярно его оптической оси. Определить показатель преломления кварца для обыкновенного и необыкновенного лучей, если длины волн лучей в кристалле соответственно равны 344 нм и 341 нм.
2. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки: 1) в четверть волны; 2) в полволны; 3) в целую волну. Если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для длины волны 530 нм равна 0,01.
3. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации монохроматического света, определенной длины волны, равен 180 градусов. Удельное вращение в кварце для данной длины волны 0,52 рад/мм.
4. Никотин, чистая жидкость, содержащийся в стеклянной трубке длиной 8 см, поворачивает плоскость поляризации желтого света натрия на угол 137 градусов. Плотность никотина $1,01 \cdot 10^3$ кг/м³. Определить удельное вращение никотина.
5. Раствор глюкозы с массовой концентрацией 280 кг/м³, содержащийся в стеклянной трубке, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света, проходящего через этот раствор, на угол 32 градуса. Определить

массовую концентрацию глюкозы в другом растворе, налитом в трубку такой же длины, если он поворачивает плоскость поляризации на угол 24 градуса.

6. Ячейку Керра поместили между двумя скрещенными поляризаторами так, что направление электрического поля в конденсаторе образует угол 45 градусов с плоскостями пропускания поляризаторов. Конденсатор имеет длину 100 мм и заполнен нитробензолом. Через систему проходит свет с $\lambda=0,50$ мкм. Постоянна Керра в данном случае равна $2,2 \cdot 10^{-10}$ см/В². Определить: 1) минимальную напряженность электрического поля в конденсаторе, при которой интенсивность света, прошедшего через эту систему, не будет зависеть от поворота заднего поляризатора; 2) число прерываний света в одну секунду, если на конденсатор подать синусоидальное напряжение с частотой 10 МГц и амплитудным значением напряженности 50 кВ/см.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Параллельный пучок света падает нормально на пластинку из исландского шпата толщиной 50 мкм, вырезанную параллельно оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно 1,66 и 1,49, определить разность хода этих лучей, прошедших через пластинку.

2. Пластинку кварца толщиной 2 мм вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации света повернулась на угол 53 градуса. Определить толщину пластинки, при которой данный монохроматический свет не проходит через анализатор.

3. Пластинка кварца толщиной 1 мм вырезанная перпендикулярно оптической оси кристалла, поворачивает плоскость поляризации монохроматического света определенной длины волны на угол 20 градусов. Определить: 1) какова должна быть толщина кварцевой пластинки, помещенной между двумя параллельными николями, чтобы свет был полностью погашен; 2) какой длины трубка с раствором сахара массовой концентрацией 0,4 кг/л надо

поместить между николями для получения того же эффекта? Удельное вращение раствора сахара равно $0,665 \text{ град/м кг м}^3$.

4. Из кварца нужно вырезать пластинку, параллельную оптической оси кристалла. Толщиной $0,6 \text{ мм}$ так, чтобы плоскополяризованный луч желтого света ($\lambda = 0,589 \text{ мкм}$), пройдя пластинку. Стал поляризованным по кругу. Рассчитать толщину пластинки, если для желтых лучей в кварце показатели преломления обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно равны $1,544$ и $1,533$.

5. Определить разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей, если наименьшая толщина кристаллической пластинки в четверть волны для $\lambda = 530 \text{ нм}$ составляет $13,3 \text{ мкм}$.

6. Трубка с бензолом длиной 26 см находится в продольном поле соленоида, расположенного между двумя поляризаторами. Угол между плоскостями пропускания поляризаторов равен 45 градусов . Найти минимальную напряженность магнитного поля, при которой свет с длиной волны 589 нм будет проходить через эту систему только в одном направлении. Постоянная Верде для бензола $4,3 \cdot 10^{-2} \text{ (град/А)}$.

7. Узкий пучок плоскополяризованного света проходит, двукратно оражаясь, через правовращающее положительное вещество, находящееся в продольном магнитном поле с напряженностью 3000 А/м . На какой угол повернется плоскость поляризации вышедшего пучка. Если длина трубки с веществом равна 30 см , его постоянная вращения $0,3 \text{ рад/м}$, постоянная Верде $30 \cdot 10^{-2} \text{ (град/А)}$.

Тема: Дисперсия света.

Групповая скорость.

Занятие № 19.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Измерение дисперсии показателя преломления оптического стекла дало:

n	1,528	1,523
λ , мкм	0,434	0,486

Вычислит отношение групповой скорости к фазовой скорости для света с длиной волны 0,434 мкм.

2. Соответствие показателей преломления сероуглерода с длинами волн света представлено в таблице:

n	1,647	1,640	1,630
λ , нм	509	534	589

Вычислить фазовую и групповую скорости света вблизи длины волны 534 нм.

3. Найдите зависимость между групповой скоростью и фазовой скоростью для следующих законов дисперсии: а) $v = a\lambda^{0.5}$; б) $v = bk$; в) $v = c\omega^2$, где a,b,c некоторые постоянные.

4. Показатель преломления вещества для длины волны 600 нм равен 1,8. Дисперсия вещества в этой области равна $3 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$. Групповая скорость распространения света равна $2,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, определить фазовую скорость волны и тип дисперсии.

5. Найдите зависимость фазовой и групповой скоростей от длины волны для следующих законов дисперсии: а) $\omega^2 = gk$ (для гравитационных поверхностных волн на глубокой воде); б) $\omega^2 = \sigma k^3/\rho$ (для капиллярных волн); в) $\omega = \hbar k^2/2m$ (для волн де Бройля).

6. Найдите групповую скорость рентгеновского излучения в среде, если предельный угол полного внутреннего отражения для границы среда – воздух равен $\theta_{кр}$.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Дисперсия показателя преломления кварца представлена таблицей:

n	1,5442	1,5497	1,5565
λ , нм	589,3	486,1	410,0

Найти отношение фазовой и групповой скоростей света вблизи длины волны 486,1 нм.

2. Вычислить групповую скорость волн. Фазовая скорость которых зависит от длины волны следующим образом: 1) акустические волны в воздухе $v=A$;

2) поперечные упругие волны в стержне $v=A/\lambda$; 3) глубоководные волны $v=A\lambda^{1/2}$; 4) капиллярные волны $v=A/\lambda^{1/2}$; 5) ионосферные электромагнитные волны $v=(c^2+A^2\lambda^2)^{1/2}$, где A – константа.

3. Показатель преломления сероуглерода при 656 нм равен 1,620, а при 580 нм равен 1,629. Найдите, во сколько раз отличается фазовая скорость и групповая скорости света в сероуглероде для желтой области спектра 620 нм.

4. Световой луч распространяется параллельно поверхности Земли. Считая воздух неподвижным, найти отклонение луча на пути 1 км. Если давление воздуха 1 атм., температура 300 К, а коэффициент преломления воздуха в этих условиях $n = 1+3\cdot 10^{-4}$.

5. Показатель преломления некоторой прозрачной среды вблизи частоты ω^* изменяется по закону $n(\omega) = 1,5 - A/(\omega - 4\cdot 10^{14})$. Через слой такого вещества толщиной 3 см проходит короткий световой импульс, спектральный состав которого достаточно узок. Оценить время прохождения импульса через слой, если $|\omega^* - 4\cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}| \approx 10^{12} \text{ с}^{-1}$ и $|n(\omega^*) - 1,5| = 0,01$.

Тема: Дисперсия света.

Дисперсия вещества.

Занятие № 20.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Определить концентрацию свободных электронов ионосферы, если для радиоволн с частотой 97 МГц её показатель преломления равен 0,91.

2. Показатель преломления воздуха при нормальных условиях для желтой линии натрия вдали от линий поглощения равен 1,0002918. Определить показатель преломления воздуха при температуре 300 К и давлении 1,5 МПа.

3. Показатель преломления прозрачного вещества для небольшого интервала длин волн, вдали от линий поглощения, связан с длиной волны соотношением $n = A+B\lambda^{-2}$. Определить дисперсию вещества и фазовую скорость.

4. Показатель преломления германия для длины волны 0,5 мкм в вакууме равен $\tilde{n} = 3,47 + i \cdot 1,40$. Рассчитайте глубину проникновения плоской волны в германий, на которой её интенсивность уменьшится в 1000 раз.
5. Определить показатель преломления углекислоты при нормальных условиях. Поляризуемость молекул CO_2 равна $3,3 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$.
6. При нормальных условиях плотность газообразного водорода $0,0000896 \text{ г/см}^3$, а его показатель преломления 1,000138. Определить плотность жидкого водорода, если его показатель преломления 1,107.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Показатель преломления стекла для длины волны 0,5 мкм равен 1,5. Дисперсия стекла в этой области равна $-3 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$. Определить, на сколько процентов групповая скорость распространения света с этой длиной волны в стекле меньше фазовой скорости.
2. Водород при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 760 мм.рт. ст. имеет плотность $0,0000896 \text{ г/см}^3$, а его показатель преломления равен 1,000138. Плотность жидкого водорода равна $0,068 \text{ г/см}^3$. Определить показатель преломления жидкого водорода.
3. Дисперсия показателя преломления водорода при нормальных условиях может быть представлена в интервале от 0,4 до 9 мкм в виде следующей зависимости $n^2 = 1 + 2,72 \cdot 10^{-4} + (2,11 \cdot 10^{-6})/\lambda^2$. Найдите значения коэффициентов рефракции и дисперсии, и указать в какой области спектра лежит собственная частота. Найдите отношение q/m , и укажите, к какой частице применимо полученное значение. Плотность водорода $9 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$.
4. Электромагнитная волна с частотой ω распространяется в разряженной плазме. Концентрация свободных электронов в плазме равна n_0 . Определить зависимость диэлектрической проницаемости плазмы от частоты. Взаимодействием волны с ионами пренебречь.
5. Концентрация электронов на Солнце на расстоянии $0,06R$ от границы фотосферы, где R – радиус Солнца, примерно равна $2 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}$. Найти макси-

мальную длину волн, которые могут достигать Земли из этой области Солнца.

6. Исследование прохождения плоской электромагнитной волны частотой 8 МГц через плоский однородный слой плазмы с концентрацией свободных электронов 10^{12} м^{-3} показали, что при увеличении толщины слоя в 2 раза энергетический коэффициент пропускания изменяется в 10 раз. Пренебрегая отражением волны на границах, найти толщину слоя плазмы.

Тема: Излучение света.

Занятие № 21.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Электромагнитная волна, излучаемая диполем, распространяется в вакууме так, что в волновой зоне на луче, перпендикулярном оси диполя, на расстоянии r от него интенсивность равна I_0 . Найти среднюю мощность излучения диполя.
2. Постоянный по модулю электрический диполь p вращают с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной оси диполя и проходящей через его середину. Найти мощность излучения такого диполя.
3. Доказать, что у замкнутой системы заряженных нерелятивистских частиц с одинаковым удельным зарядом дипольное излучение отсутствует.
4. Найти среднюю мощность излучения электрона, совершающего гармонические колебания с амплитудой $0,10 \text{ нм}$ и частотой $6,5 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$.
5. Найти мощность излучения нерелятивистской частицы с зарядом e и массой m , движущейся по круговой орбите радиуса R в поле неподвижного точечного заряда q .

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Нерелятивистский протон влетел по нормали в полупространство с поперечным однородным магнитным полем, индукция которого 1 Тл . Найти отношение энергии, потерянной протоном на излучение за время движения в поле, к его первоначальной кинетической энергии.

2. Электромагнитная волна, излучаемая элементарным диполем, распространяется в вакууме так, что в волновой зоне на луче, перпендикулярном к оси диполя, на расстоянии r от него, среднее значение плотности потока энергии равно S_0 . Найти среднюю мощность излучения диполя.
3. Средняя мощность, излучаемая элементарным диполем, равна P_0 . Найти среднюю объемную плотность энергии электромагнитного поля в вакууме в волновой зоне на луче, перпендикулярном к оси диполя, на расстоянии r от него.
4. Постоянный по модулю электрический диполь с моментом p вращают с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, перпендикулярной к оси диполя и проходящей через его середину. Найти мощность излучения такого диполя.
5. Считая, что частица имеет форму шарика и поглощает весь падающий на неё свет, найти радиус частицы, при котором гравитационное притяжение её к Солнцу будет компенсироваться силой светового давления. Мощность светового излучения Солнца $4 \cdot 10^{26}$ Вт, плотность частицы 1 г/см^3 .

Тема: Рассеяние света.

Занятие № 22.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Как изменится интенсивность рассеянного света, если увеличить длину волны падающего на дисперсную среду света в два раза при остальных равных условиях?
2. Как изменится интенсивность рассеянного света при увеличении размера частиц с 20 до 80 нм, если концентрация и плотность материала частиц, а также интенсивность падающего света остались постоянной?
3. Как изменится интенсивность рассеянного света, если радиус коллоидных частиц увеличивается в два раза?
4. В каком случае и во сколько раз интенсивность рассеянного дисперсной системой света больше, при освещении синим светом или красным светом.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Дисперсная среда гумуса освещается в одном случае светом с длиной волны 4000 А, в другом – 7000 А. Где интенсивность рассеянного света больше? Во сколько раз?
2. Как изменится интенсивность рассеянного света, если дисперсную среду подвергнуть воздействию света длиной 430 нм и 680 нм?
3. Сравнить интенсивность светорассеяния дисперсной средой в красном и в синем свете.

Тема: Поглощение света.

Занятие № 23.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

1. Из некоторого прозрачного вещества изготовили две пластинки: одну толщиной h_1 , другую толщиной h_2 . Введя поочередно эти пластинки перпендикулярно в пучок монохроматического света, обнаружили, что первая пластинка пропускает τ_1 светового потока, а вторая – τ_2 . Пренебрегая вторичными отражениями, найти коэффициент поглощения κ этого вещества.
2. Монохроматический пучок света падает нормально на поверхность плоскопараллельной пластинки толщиной h . Коэффициент поглощения вещества пластинки линейно изменяется вдоль нормали к ней от значения κ_1 до κ_2 . Коэффициент отражения от каждой поверхности считать одинаковым и равным ρ . Пренебрегая вторичным отражением, найти коэффициент пропускания τ для данной пластинки.
3. Точечный монохроматический источник, испускающий световой поток Φ_0 , находится в центре сферического слоя однородного вещества, внутренний радиус которого равен a , наружный – b . Коэффициент поглощения вещества слоя равен κ , коэффициент отражения каждой поверхности – ρ . Пренебрегая вторичными отражениями, найти интенсивность света на выходе из этого слоя.

4. Пучок естественного монохроматического света интенсивности I_0 падает на систему из двух скрещенных поляризаторов, между которыми находится трубка с некоторой оптически неактивной жидкостью в продольном магнитном поле с индукцией B . Длина трубки l , коэффициент поглощения жидкости κ и постоянная Верде V . Пренебрегая отражениями на торцах трубки, найти интенсивность света, прошедшего через эту систему.

Задания, рекомендуемые для решения самостоятельно.

1. Коэффициент поглощения некоторого вещества для монохроматического света определенной длины волны равен $0,1 \text{ см}^{-1}$. Определить толщину слоя вещества, которая необходима для ослабления света в два раза и в пять раз. Потери на отражение света не учитывать.
2. Плоская монохроматическая световая волна распространяется в некоторой среде. Коэффициент поглощения среды для данной длины волны равен $1,2 \text{ м}^{-1}$. Определить, на сколько процентов уменьшится интенсивность света при прохождении данной волной пути 10 мм и 1 м .
3. Свет падает нормально поочередно на две пластинки, изготовленные из одного и того же вещества, имеющие соответственно толщины 5 мм и 10 мм . Определить коэффициент поглощения этого вещества, если интенсивность прошедшего света через первую пластину составляет 82% . А через вторую – 67% .

Тема: Контрольная аудиторная работа № 1.

Занятие № 24.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Определить энергию, которую переносит за время $\tau = 1 \text{ мин}$ плоская синусоидальная электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме, через площадку $S = 10 \text{ см}^2$, расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряженности электрического поля $E_0 = 1 \text{ мВ/м}$. Период волны $T \ll \tau$.

Задача 2. На каком расстоянии от собирающей линзы надо поместить предмет, чтобы расстояние между ним и его действительным изображением было минимальным. Фокусное расстояние собирающей линзы $F = 10$ см. Сделать построение.

Задача 3. В центре квадратной комнаты площадью $S = 25$ м² висит лампа. На какой высоте от пола должна находиться лампа, чтобы освещенность в углах комнаты была наибольшей?

Задача 4. Расстояние между двумя когерентными источниками $d = 1$ мм. Источники, испускающие монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 555$ нм, расположены на расстоянии $L = 3$ м от экрана, на котором образуется интерференционная картина. Определить число светлых полос, располагающихся на единицу длины экрана.

Задача 5. В просветленной оптике, для устранения отражения светана, на поверхность линзы наносится тонкая пленка вещества с показателем преломления $n = 1,26$. При какой толщине пленки отражение света от линзы не будет наблюдаться? Длина волны падающего света $\lambda = 0,55$ мкм, угол падения $\alpha = 30^\circ$.

Задания, рекомендуемые для переписывания.

Задача 1. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с $\mu = 1$, имеет вид $E = 10 \sin(6,28 \cdot 10^8 t - 4,19 x)$. Определить диэлектрическую проницаемость среды и длину волны.

Задача 2.. Расстояние от предмета до собирающей линзы $d = 40$ см. Фокусное расстояние $F = 30$ см. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы f .

Задача 3. Сила света источника 200 св. Найти полный световой поток, испускаемый этим источником, и освещенность поверхности, перпендикулярной к направлению лучей и находящейся на расстоянии 5 м от источника.

Задача 4. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 5 мм. Дина волны света 600 нм. Определить расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 12 мм.

Задача 5. На мыльную пленку, находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине пленки отраженный свет с длиной волны 0,55 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

Тема: Контрольная аудиторная работа № 2.

Занятие № 25.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача 1. Диск из стекла с показателем преломления 1,5 для света с длиной волны 600 нм закрывает полторы зоны Френеля. При какой толщине диска освещенность в точке наблюдения дифракционной картины будет наибольшей.

Задача 2. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см.

Задача 3. Какую разность длин волн может разрешить дифракционная решетка с периодом 2 мкм шириной 1 см в спектре третьего порядка для зеленых лучей.

Задача 4. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два поляризатора, если угол между их главными плоскостями равен 45 градусов, и в каждом из поляризаторов теряется 5% интенсивности падающего света.

Задача 5. Показатель преломления прозрачного вещества для небольшого интервала длин волн, вдали от линий поглощения, связан с длиной волны соотношением $n=A+B\lambda^{-2}$, где $A = 3 \cdot 10^{-4}$, $B = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. Определить дисперсию вещества и фазовую скорость.

Задания, рекомендуемые для переписывания.

Задача 1. Перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1 мм поместили точечный источник света (0,50 мкм). Найти расстояние от диафрагмы до точ-

ки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии равно 4. Расстояние от источника света до диафрагмы 1 м.

Задача 2. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны λ . На экран, находящийся от решетки на расстоянии L , с помощью линзы, расположенной вблизи решетки, проецируется дифракционная картина, причем первый главный максимум наблюдается на расстоянии b от центрального максимума. Определите число штрихов на 1 см дифракционной решетки.

Задача 3. Чему равна постоянная дифракционной решетки, если она разрешит в первом порядке линии спектра калия $\lambda_1 = 4044 \cdot 10^{-10} \text{ м}$, $\lambda_2 = 4047 \cdot 10^{-10} \text{ м}$? Ширина решётки 3 см

Задача 4. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол 30 градусов, если в каждом из николей в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света?

Задача 5. Определить групповую скорость света в сероуглероде. Показатель преломления сероуглерода для длины волны 0,527 мкм составляет 1,64, а $dn/d\lambda = -0,218 \text{ мкм}^{-1}$.

Тема: Контрольная зачетная работа.

Занятие № 26.

Задания, рекомендуемые для решения в аудитории.

Задача № 1. В однородной изотропной волне с $\epsilon=2$ и $\mu=1$, распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 50 В/м. Найти амплитуду напряженности магнитного поля и фазовую скорость волны.

Задача № 2. Построить изображение точечного источника света находящегося между двумя взаимно перпендикулярными плоскими зеркалами, на одинаковом расстоянии от них.

Задача № 3. Человек с лодки рассматривает предмет, лежащий на дне водоема. Определите его глубину, если при определении на глаз по вертикальному направлению глубина водоема кажется равной 1,5 м.

Задача № 4. Где и какого размера получится изображение предмета высотой 2 см, помещенного на расстоянии 15 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,1 м. Сделать построение изображения в собирающей линзе.

Задача № 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 поверхности Земли в Ижевске? Широта Ижевска равна 56 градусов.

Задача № 6. В опыте Юнга расстояние между щелями 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение первой светлой полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 0,5 мкм

Задача № 7. Перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1 мм поместили точечный источник света (0,50 мкм). Найти расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии равно 4. Расстояние от источника света до диафрагмы 1 м.

Задача № 8. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол 30 градусов, если в каждом из николей в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света?

Задача № 9. Показатель преломления вещества для длины волны 600 нм равен 1,8. Дисперсия вещества в этой области равна $3 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$. Групповая скорость распространения света равна $2,9 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, определить фазовую скорость волны и тип дисперсии.

Задача № 10. Пучок монохроматического света с $\lambda=600 \text{ нм}$ проходит через стеклянную пластинку толщиной 1 см. При этом поглощается 0,1 падающего света. Определить коэффициент поглощения стекла на этой длине волны. Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилось половина падающего света?

Задания, рекомендуемые для передачи зачета.

Задача № 1. В опыте Юнга расстояние между щелями 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение первой светлой полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 0,5 мкм.

Задача № 2. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние от них до экрана равно 5 м. В желтом свете ширина интерференционных полос равна 6 мм. Определите длину волны желтого света.

Задача № 3. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равно 30 см и 1,5 м. Бипризма стеклянная с преломляющим углом 2 градуса. Определить длину волны света, если ширина интерференционных полос 0,65 мм.

Задача № 4. На плоскопараллельную пленку с показателем преломления 1,33 под углом 45 градусов падает параллельный пучок белого света. Определить при какой толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый цвет с длиной волны 0,6 мкм.

Задача № 5. На стеклянный клин нормально падает монохроматический свет с длиной волны 698 нм. Определите угол между поверхностями клина, если расстояние между двумя соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

Задача № 6. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 0,6 мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы 4 м. Определить показатель преломления жидкости, если радиус второго кольца 1,8 мм.

Задача № 7. Для уменьшения потерь света из-за отражения от поверхностей стекла осуществляют просветление оптики. На свободную поверхность линз наносят тонкую пленку с показателем преломления $n = (n_c)^{1/2}$. В этом случае амплитуда отраженных волн от обеих поверхностей такой пленки одинакова.

Определить толщину слоя, при которой отражение для света с длиной волны λ от стекла в направлении нормали равно нулю.

Задача № 8. Точечный источник света с длиной волны 0,5 мкм расположен на расстоянии 1 м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметра 2 мм. Определите расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.

Задача № 9. Определите радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м. Длина волны 0,6 мкм.

Задача № 10. Дифракция наблюдается на расстоянии L от точечного источника монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм. Посередине между источником света и экраном находится непрозрачный диск диаметром 5 мм. Определите расстояние L , если диск закрывает только центральную зону Френеля.

Задача № 11. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определите расстояние от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума 1 см.

Задача № 12. На дифракционную решетку длиной 15 мм, содержащую 3000 штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 550 нм. Определите число максимумов наблюдаемых в спектре дифракционной решетки.

Задача № 13. Определите число штрихов на 1мм дифракционной решетки, если углу 30 градусов соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм.

Задача № 14. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. На экран, находящийся от решетки на расстоянии 1 м, с помощью линзы, расположенной вблизи решетки, проецируется дифракционная картина, причем первый главный максимум наблюдается

на расстоянии 15 см от центрального. Определите число штрихов на 1 см дифракционной решетки.

Задача № 15. Определите длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядка составляет 10 градусов.

Задача № 16. На дифракционную решетку с постоянной 5 мкм под углом 30 градусов падает монохроматический свет с длиной волны 0,5 мкм. Определите угол дифракции для главного максимума третьего порядка.

Задача № 17. При прохождении в некотором веществе пути x интенсивность света уменьшилась в 3 раза. Определите, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении пути $2x$.

Задача № 18. Определите наименьшую толщину кристаллической пластинки в четверть волны для длины волны 530 нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны равна 0,01.

Задача № 19. Параллельный пучок света падает нормально на пластинку из исландского шпата толщиной 50 мкм, вырезанную параллельно оптической оси. Принимая показатели преломления исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно 1,66 и 1,49, определите разность хода этих лучей, прошедших через пластинку.

Задача № 20. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен 40 градусов. Определите угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

Задача № 21. Определите показатель преломления стекла, если при отражении от него отраженный луч полностью поляризован при угле преломления 35 градусов.

Задача № 22. В опыте Юнга расстояние между щелями 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить положение первой светлой полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны 0,5 мкм

Задача № 23. Расстояние от бипризмы Френеля до узкой щели и экрана соответственно равно 30 см и 1.5 м. Бипризма стеклянная с преломляющим углом 2° . Определить длину волны света, если ширина интерференционных полос 0,65 мм.

Задача № 24. Перед диафрагмой с круглым отверстием радиусом 1 мм поместили точечный источник света (0,50 мкм). Найти расстояние от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии равно 4. Расстояние от источника света до диафрагмы 1 м.

Задача № 25. Определить угол между зеркалами Френеля, если расстояние между максимумами интерференции на краях равно 1 мм, расстояние от линии пересечения зеркал до экрана 1 м, а до источника 10 см. Длина волны монохроматического света 0,486 мкм. Интерферирующие лучи падают на экран нормально.

Задача № 26. На плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной 6 см падает под углом 35° луч света. Определить боковое смещение луча, прошедшего сквозь эту пластинку.

Задача № 27. Необходимо изготовить плосковыпуклую линзу с оптической силой 6 дптр. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности линзы, если показатель преломления материала линзы равен 1.6.

Задача № 28. Определить на какую высоту необходимо повесить лампочку мощностью 300 Вт, чтобы освещенность под ней была равна 50 лк. Наклон доски составляет 35° , а световая отдача лампочки равна 15 лм/Вт. Принять, что полный световой поток, испускаемый изотропным точечным источником света $\Phi = 4\pi I$.

Задача № 29. Определить, какую длину пути пройдет фронт волны монохроматического света в вакууме за то же время, за которое он проходит путь 1,5 мм в стекле с показателем преломления 1,5.

Задача № 30. В опыте Юнга щели, расположенные на расстоянии 0,3 мм, освещались монохроматическим светом с длиной волны 0,6 мкм. Определить

расстояние от щели до экрана, если ширина интерференционных полос равна 1 мм.

Задача № 31. На стеклянный клин нормально падает монохроматический свет 698 нм. Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между двумя соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

Задача № 32. На линзу с показателем преломления 1.55 нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0.55 мкм. Для устранения потерь отраженного света на линзу наносится тонкая пленка. Определить оптимальный показатель преломления пленки, толщину пленки.

Задача № 33. При прохождении света в некотором веществе пути X его интенсивность уменьшилась в два раза. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении им пути $4X$.

Задача № 34. Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света, прошедшего через два поляризатора расположенные так, что угол между их главными плоскостями равен 45 град, а в каждом из николей теряется 5 % интенсивности падающего на него света.

Задача № 35. На грань стеклянной призмы нормально падает луч света. Определить угол отклонения луча призмой, если преломляющий угол равен 25 град.

Задача № 36. Предельный угол полного отражения для пучка света на границе кристалла каменной соли с воздухом равен 40,5 град. Определить угол Брюстера при падении света из воздуха на поверхность этого кристалла.

Задача № 37. Плоскополяризованный свет, длина волны которого в вакууме 600 нм, падает на пластинку исландского шпата перпендикулярно его оптической оси. Принимая показатели преломления для исландского шпата для обыкновенного и необыкновенного лучей соответственно равными 1,66 и 1,49, определить длины волн этих лучей в кристалле.

Задача № 38. Определить наименьшую толщину кристаллической пластинки в полволны для $\lambda = 589$ нм, если разность показателей преломления обыкновенного и необыкновенного лучей для данной длины волны $n_o - n_e = 0.17$.

Задача № 39. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определить показатель преломления жидкости.

Задача № 40. Плоская световая волна с длиной волны 0,6 мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром 1 см. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает две зоны Френеля.

Список литературы.

1. В. С. Волькенштейн Сборник задач по общему курсу физики. – М.: «Наука». 1990/85 г.
2. Т. И. Трофимова Сборник задач по курсу физики. – М.: Высш. шк., 1996 г.
3. И. Е. Иродов Задачи по общей физике. – СПб: «Лань», 2001 г.
4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. 4. Оптика/ Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Угаров В.А., Яковлев И.А.; Под ред. Д.В. Сивухина. – 5-е изд., стер.- М.:ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006. – 240 с.
5. Е. Н. Изергина, Н. И. Петров «Все решения к Сборнику задач по общему курсу физики В. С. Волькенштейн» В 2 кн. М.: Олимп: ООО «Фирма «Издательство АСТ»», 1999. 592 с.
6. Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб. пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 1999.-591 с. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2001. – 416 с.
7. И. В. Савельев Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: «Наука». 1982 г.
8. В. М. Гладской и др. Физика. Сборник задач с решениями. – М.: «Наука». 2004 г.
9. В. М. Кирилов и др. Решение задач по физике. – М.: «Наука». 2006 г.

Оглавление

Введение.....	3
Общие методические указания.....	3
Требования к оформлению задач.....	6
Пример оформления задач по физике.....	7
Тема: Свет – волны. Электромагнитные волны. Занятие № 1.....	8
Тема: Геометрическая оптика. Закон отражения. Занятие № 2.....	10
Тема: Геометрическая оптика. Закон преломления. Занятие № 3.....	12
Тема: Геометрическая оптика. Сферические зеркала. Линзы. Занятие № 4.....	14
Тема: Основы фотометрии. Занятие № 5.....	17
Тема: Интерференция света. Занятие № 6.....	18
Тема: Интерференция света. Метод деления волнового фронта. Занятие № 7.....	20
Тема: Интерференция света. Метод деления амплитуды. Занятие № 8.....	22
Тема: Интерференция света. Применение интерференции. Занятие № 9.....	24
Тема: Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля. Занятие № 10.....	26
Тема: Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод векторных диаграмм. Занятие № 11.....	28
Тема: Дифракция света. Дифракция Фраунгофера на щели. Занятие № 12.....	30
Тема: Дифракция света. Дифракция Фраунгофера на решетке. Занятие № 13.....	32
Тема: Дифракция света. Дифракция Фраунгофера. Характеристики спектральных и оптических приборов. Занятие № 14.....	34
Тема: Поляризация света. Закон Брюстера. Занятие № 15.....	36
Тема: Поляризация света. Закон Малюса. Занятие № 16.....	37
Тема: Поляризация света. Формулы Френеля. Занятие № 17.....	39

Тема: Поляризация света. Анизотропия. Двулучепреломление. Занятие № 18.....	43
Тема: Дисперсия света. Групповая скорость. Занятие № 19.....	45
Тема: Дисперсия света. Дисперсия вещества. Занятие № 20.....	47
Тема: Излучение света. Занятие № 21.....	49
Тема: Рассеяние света. Занятие № 22.....	50
Тема: Поглощение света. Занятие № 23.....	51
Тема: Контрольная аудиторная работа № 1. Занятие № 24.....	52
Тема: Контрольная аудиторная работа № 2. Занятие № 25.....	54
Тема: Контрольная зачетная работа. Занятие № 26.....	55
Список литературы.....	62

Авторская редакция

Подписано в печать 28.01.2022. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 3,7. Уч.-изд. л. 2,6.

Тираж 10 экз. Заказ № 152.

Типография
Издательского центра «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.
Тел. 68-57-18