

Федеральное агентство по образованию
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Кафедра физики

А.М. Кириллов

**ФИЗИКА
В КОНСПЕКТАХ И ПРИМЕРАХ**

Часть 4

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ. КОЛЕБАНИЯ
И ВОЛНЫ. ОПТИКА. МИКРОФИЗИКА**

Учебно-методическое пособие для поступающих в ТУСУР

2007

СОДЕРЖАНИЕ

1. Электрический ток

Основные понятия и определения

Электролиз

Электрическое сопротивление

Последовательное и параллельное соединения проводников

Закон Ома

Закон Ома для участка цепи

Закон Ома для полной (замкнутой) цепи

Соединения источников тока

Правила Кирхгофа

Измерение тока и разности потенциалов (напряжения) в цепи. Шунтирование электроизмерительных приборов

Переменный электрический ток (действующие напряжения и сила тока)

Закон Джоуля-Ленца

Коэффициент полезного действия (КПД) источника

Мощность переменного тока

Основные законы и формулы

Примеры решения задач

2. Электромагнетизм

Основные понятия и определения

Силовое действие магнитного поля

Электромагнитная индукция

Самоиндукция

Основные законы и формулы

Примеры решения задач

3. Колебания и волны

Основные понятия и определения

Механические колебания

Электромагнитные колебания

Переменный электрический ток

Волны

Основные законы и формулы

Примеры решения задач

4. Оптика

Основные понятия и определения

Законы отражения и преломления света

Собирающая линза

Рассеивающая линза

Оптические системы

Дифракционная решетка

Основные законы и формулы

Примеры решения задач

5. Микрофизика

Основные понятия и определения

Внешний фотоэффект

Связь массы и энергии

Атомные ядра

Основные законы и формулы

Примеры решения задач

6. Контрольные работы

4. ОПТИКА

Основные понятия и определения

Оптика – раздел физики, изучающий законы распространения света и его взаимодействия с веществом.

Свет имеет **электромагнитную природу**, т.е. световые волны – это волны электромагнитные. Это означает, что поведение световых волн такое же как у волн электромагнитных. Таким образом оптика изучает электромагнитные волны оптического диапазона.

Световой луч – линия, совпадающая с направлением распространения света.

Закон прямолинейного распространения света: в однородной оптической среде свет распространяется прямолинейно.

Скорость света в вакууме – максимально возможная для света скорость, равная $c=3 \cdot 10^8$ м/с.

Абсолютный показатель преломления среды n – безразмерная физическая величина, показывающая во сколько раз скорость света в вакууме больше скорости света в среде:

$$n = \frac{c}{v}. \quad (4.1)$$

Очевидно, что $n > 1$.

Из отношения (4.1) следует, что **скорость света в оптической среде**:

$$v = \frac{c}{n}. \quad (4.2)$$

Скорости света в вакууме и воздухе при нормальных условиях ($p_0=10^5$ Па и $T_0=300$ К) различаются менее чем на 1%, поэтому абсолютный показатель преломления воздуха принимается равным единице: $n=1$.

Оптическая плотность среды характеризуется ее показателем преломления n . Чем больше показатель преломления, тем больше оптическая плотность.

Относительный показатель преломления – это отношение абсолютных показателей преломления двух оптических сред. Например, показатель преломления среды 2 относительно среды 1:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (4.3)$$

Законы отражения и преломления света

Закон отражения света: падающий и отраженный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (плоскость падения). Угол отражения γ равен углу падения α (рис.4.2).

Плоское зеркало – это плоская отражающая световые волны поверхность, при отражении от которой параллельный пучок света остается параллельным..

При отражении в плоском зеркале лучей, идущих от точечного источника S (рис.4.1), наблюдателю кажется, что отраженные лучи выходят из S' , расположенной с другой стороны зеркальной поверхности симметричной точке S .

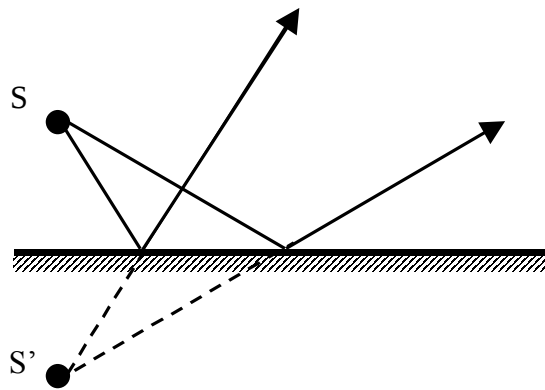


Рисунок 4.1 – Плоское зеркало

Изображение любого предмета, формируемое зеркалом, называется *мнимым*, т.к. в точке S' изображения предмета пересекаются не сами отраженные лучи, а их продолжения за поверхность зеркала. В плоском зеркале изображение равно по размерам самому предмету и расположено симметрично относительно отражающей поверхности зеркала.

При падении луча света на границу раздела двух сред кроме отраженного луча возникает *преломленный луч* (рис.4.2).

Закон преломления света (закон Снеллиуса): падающий и преломленный лучи, а также перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точке падения луча, лежат в одной плоскости (рис.4.2). Отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β есть величина, постоянная для двух данных сред и равная отношению показателю преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}. \quad (4.4)$$

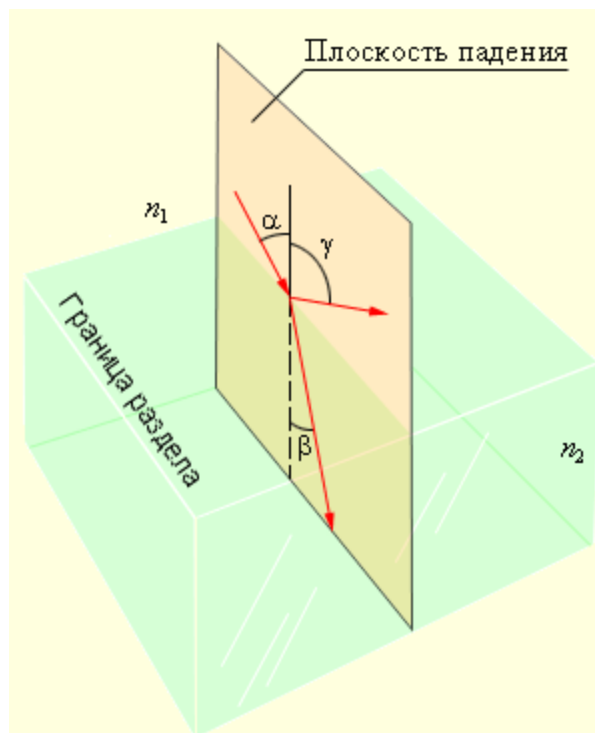


Рисунок 4.2 – Иллюстрация к законам отражения и преломления света

При переходе света в оптически более плотную среду ($n_2 > n_1$) угол преломления меньше угла падения ($\beta < \alpha$). При переходе света в оптически менее плотную среду ($n_1 > n_2$) угол преломления больше угла падения ($\beta > \alpha$).

Полное внутреннее отражение.

При переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную $n_2 < n_1$ (например, из стекла в воздух) можно наблюдать явление полного отражения, то есть исчезновение преломленного луча. Это явление наблюдается при углах падения, превышающих некоторый критический угол $\alpha_{\text{пр}}$, который называется предельным углом полного внутреннего отражения (рис. 4.3).

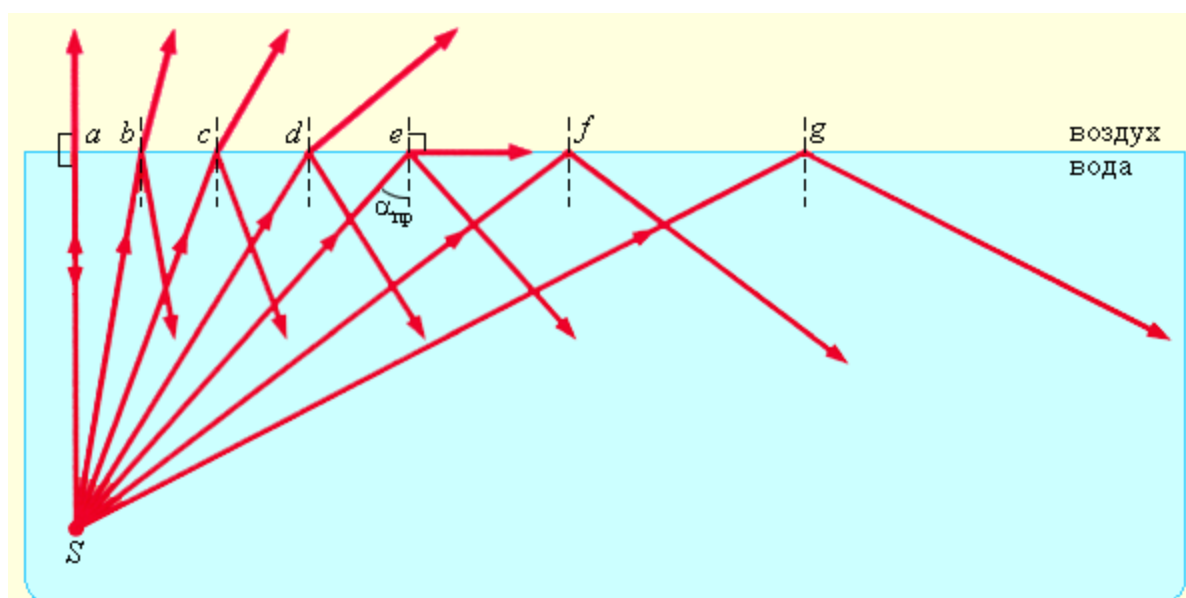


Рисунок 4.3- Полное внутреннее отражение света на границе вода–воздух; S – точечный источник света

Для угла падения $\alpha = \alpha_{\text{пр}}$ синус угла преломления $\sin \beta = 1$. Тогда значение синуса предельного угла падения

$$\sin \alpha_{\text{пр}} = n_2 / n_1 < 1. \quad (4.5)$$

Если второй средой является воздух ($n_2 \approx 1$), то формулу (4.5) удобно переписать в виде

$$\sin \alpha_{\text{пр}} = 1/n. \quad (4.6)$$

где $n = n_1$ – абсолютный показатель преломления первой среды.

Тонкие линзы

Линзой называется прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями, преломляющими световые лучи, и способное формировать оптическое изображение предметов.

Если толщина самой линзы мала по сравнению с радиусами кривизны сферических поверхностей, то линзу называют *тонкой*.

Линзы бывают *собирающими* и *рассеивающими*. Собирающая линза в середине толще, чем у краев, рассеивающая линза, наоборот, в средней части тоньше (рис. 4.4).

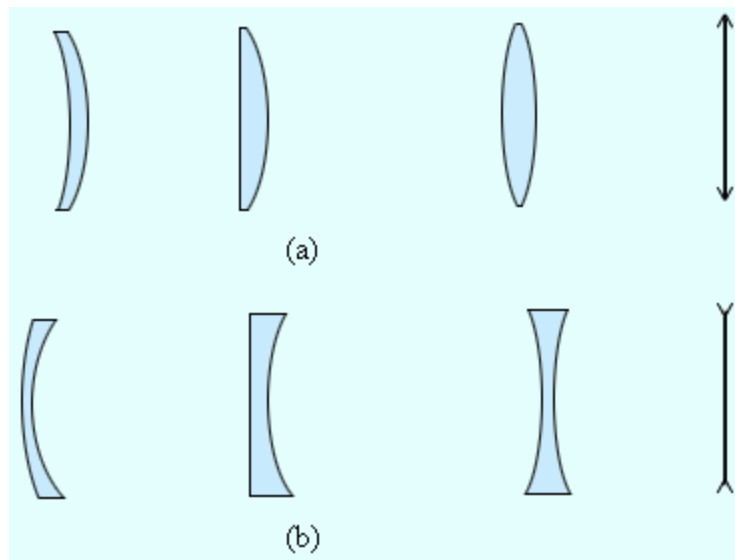


Рисунок 4.4 - Собирающие (а) и рассеивающие (b) линзы и их условные обозначения на оптических схемах

Собирающая линза преобразует параллельный пучок света в сходящийся (рис.4.5).

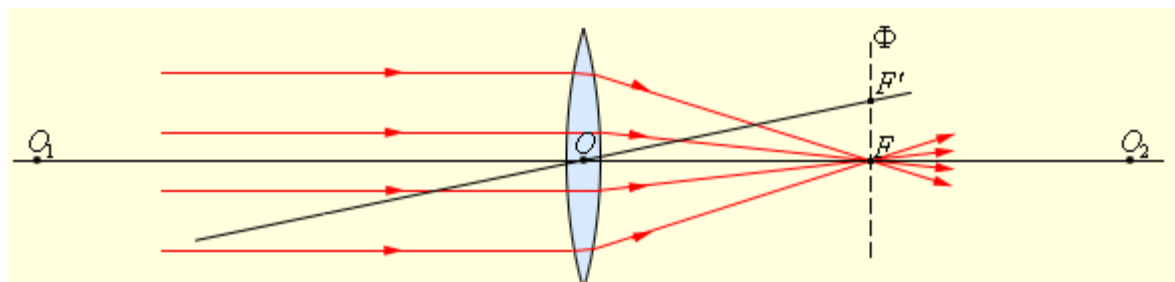


Рисунок 4.5 – Собирающая линза

Рассеивающая линза преобразует параллельный пучок света в сходящийся (рис.4.6).

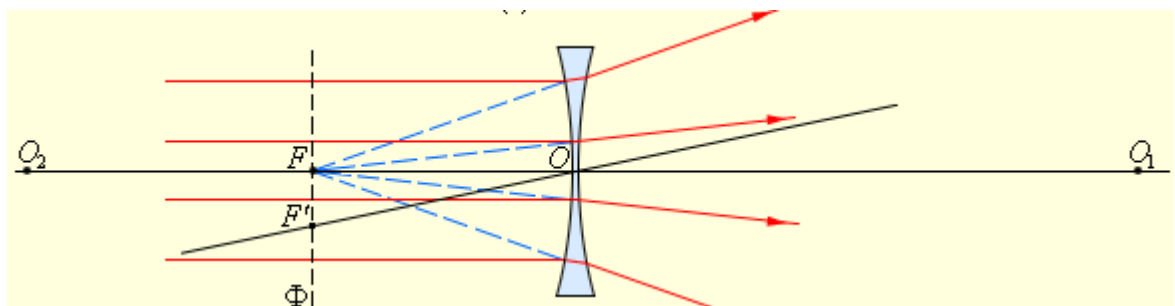


Рисунок 4.6 – Рассеивающая линза

Оптический центр линзы – точка O , через которую любой световой луч проходит не преломляясь.

Оптическая ось линзы – любая прямая, проходящая через оптический центр линзы. Любой световой луч, идущий вдоль оптической оси не изменяет своего направления.

Главная оптическая ось линзы – прямая, проходящая через центры кривизны O_1 и O_2 сферических поверхностей.

Фокус линзы – это точка F на главной оптической оси, в которой пересекаются преломленные линзой лучи (рис.4.5) или их продолжения (рис.4.6), распространявшиеся перед падением на линзу параллельным главной оптической оси пучком.

Линза имеет два фокуса: передний, находящийся со стороны падающих лучей, и задний – со стороны преломленных лучей. У собирающих линз фокусы действительные, у рассеивающих – мнимые.

Фокусное расстояние F – это расстояние между фокусом линзы и ее оптическим центром.

Фокальная плоскость линзы Φ – это плоскость, проходящая через фокус линзы перпендикулярно ее главной оптической оси. Пучки лучей, параллельных одной из побочных оптических осей, также фокусируются после прохождения через линзу в точку F' , которая расположена при пересечении побочной оси с фокальной плоскостью Φ (рис.4.5-4.6).

Основное свойство линз – способность давать изображения предметов. Изображения бывают *прямыми* и *перевернутыми*, *действительными* и *мнимыми*, *увеличенными* и *уменьшенными*.

Положение изображения и его характер можно определить с помощью геометрических построений. Для этого используют свойства некоторых стандартных лучей, ход которых известен. Это лучи, проходящие через оптический центр или один из фокусов линзы, а также лучи, параллельные главной или одной из побочных оптических осей. Примеры таких построений представлены на рис. 4.7 и 4.8.

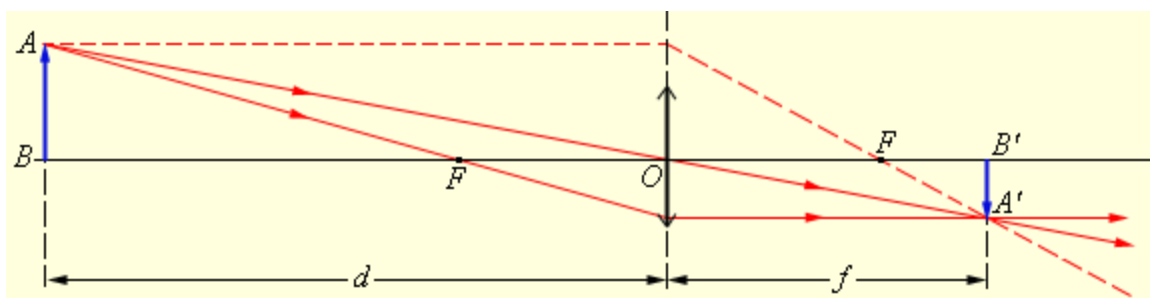


Рисунок 4.7 – Построения изображения, формируемого собирающей линзой

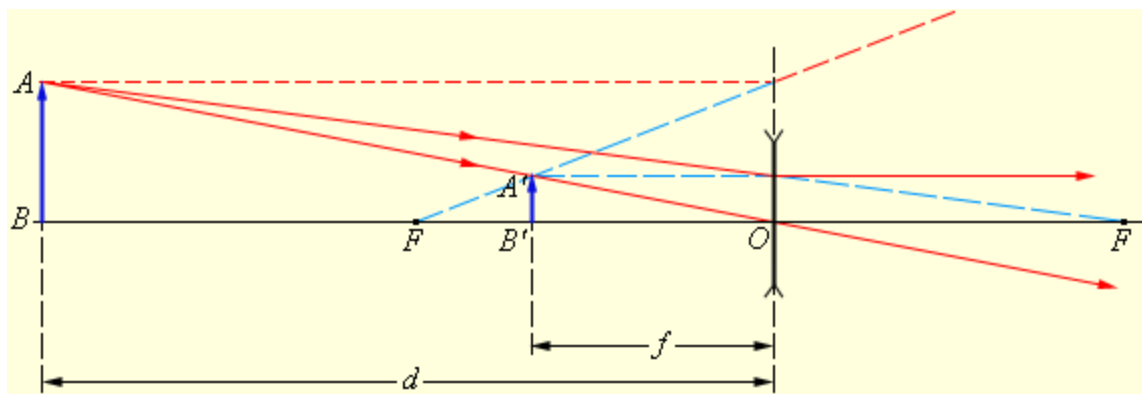


Рисунок 4.8 – Построения изображения, формируемого рассеивающей линзой

Формула тонкой линзы.

Изображения можно также рассчитать с помощью формулы тонкой линзы. Если расстояние от предмета до линзы обозначить через d , а расстояние от линзы до изображения через f , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \quad (4.7)$$

где D – оптическая сила линзы ($D = \frac{1}{f}$ дптр (диоптрия)).

Фокусным расстояниям линз принято приписывать определенные знаки: для собирающей линзы $F > 0$, для рассеивающей $F < 0$. Величины d и f также подчиняются определенному правилу знаков: $d > 0$ и $f > 0$ – для действительных предметов (то есть реальных источников света, а не продолжений лучей, сходящихся за линзой) и изображений; $d < 0$ и $f < 0$ – для мнимых источников и изображений.

В зависимости от положения предмета по отношению к линзе изменяются линейные размеры изображения.

Линейное увеличение линзы Γ - отношение линейных размеров изображения $H = B'A'$ и предмета $h = BA$:

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{|f|}{|d|}. \quad (4.8)$$

Различные характеристики системы предмет-линза изображение представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Виды изображения в линзах

Расстояние между линзой и предметом, d	Расстояние между линзой и изображение, f	Соотношение размеров изображения и предмета	Увеличение линзы, Γ	Вид изображения
1	2	3	4	5
Собирающая линза ($F > 0$)				
$d > 2F$	$2F > f > F$	$H < h$	$\Gamma < 1$	Действительное, перевернутое, уменьшенное
$d = 2F$	$f = 2F$	$H = h$	$\Gamma = 1$	Действительное, перевернутое
$2F > d > F$	$f > 2F$	$H > h$	$\Gamma > 1$	Действительное, перевернутое, увеличенное
$d = F$	$f = \infty$	$H = \infty$	$\Gamma = \infty$	Действительное, перевернутое, увеличенное
$d < F$	$f < 0$	$H > 1$	$\Gamma > 1$	Мнимое, прямое, увеличенное
Рассеивающая линза ($F < 0$)				
$0 < d < \infty$	$f < 0$	$H < h$	$\Gamma < 1$	Мнимое, прямое, уменьшенное

Лупа

Если человеку необходимо рассмотреть какое-либо изображение, то глаз человека аккомодируется (настраивается на резкость путем изменения фокусного расстояния хрусталика). Однако минимальное расстояние, на которое может происходить аккомодация без утомления, для нормального глаза составляет величину порядка $s = 25$ см. Это величина называется расстоянием наилучшего зрения. Простейшим прибором для визуальных наблюдений является лупа.

Лупа представляет собой собирающую линзу с малым фокусным расстоянием ($F \approx 10$ см). Роль лупы – создавать прямое увеличенное изображение. Для этого предмет располагается перед лупой на расстоянии, меньшем фокусного расстояния, при этом его мнимое изображение находится перед лупой, т.е. со стороны предмета. Формула для нормального увеличения лупы Γ (при рассматривании изображения неаккомодированным глазом) имеет вид:

$$\Gamma = s / F , \quad (4.9)$$

где s – расстояние наилучшего зрения, F – фокусное расстояние лупы.

Работу лупы иллюстрирует рис.4.9.

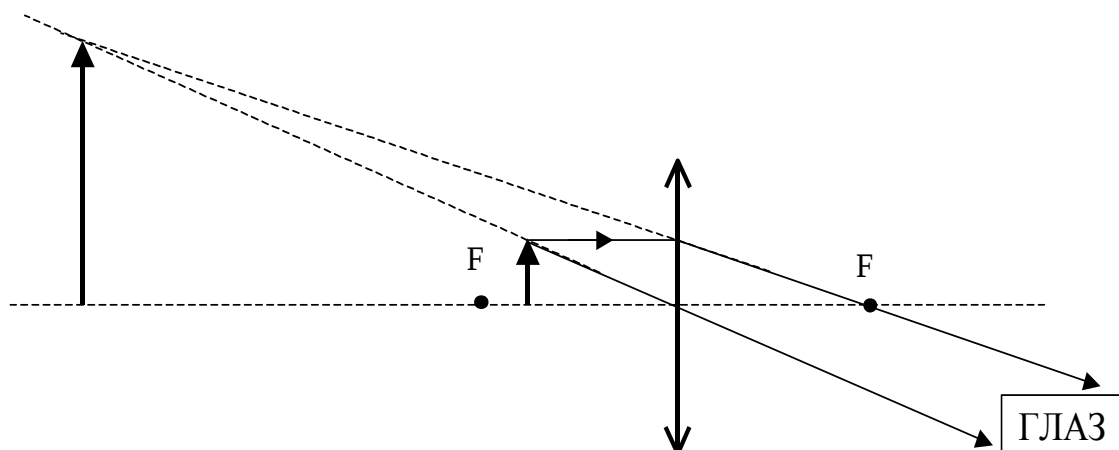


Рисунок 4.9 – Иллюстрация работы лупы.

Призма и дифракционная решетка

Следует отметить, что данный раздел имеет отношение не к геометрической, а волновой оптике.

В состав видимого света входят монохроматические волны с различными значениями длин волн. В излучении нагретых тел (нить лампы накаливания) длины волн непрерывно заполняют весь диапазон видимого света. Такое излучение называется белым светом. Свет, испускаемый, например, газоразрядными лампами и многими другими источниками, содержит в своем составе отдельные монохроматические составляющие с некоторыми выделенными значениями длин волн. Совокупность монохроматических компонент в излучении называется спектром. Белый свет имеет непрерывный спектр, излучение источников, в которых свет испускается атомами вещества, имеет дискретный спектр. Приборы, с помощью которых исследуются спектры излучения источников, называются спектральными приборами.

Для разложения излучения в спектр в простейшем спектральном приборе используется призма (рис. 4.10). Действие призмы основано на явлении дисперсии, то есть зависимости показателя преломления n вещества от длины волны света λ .

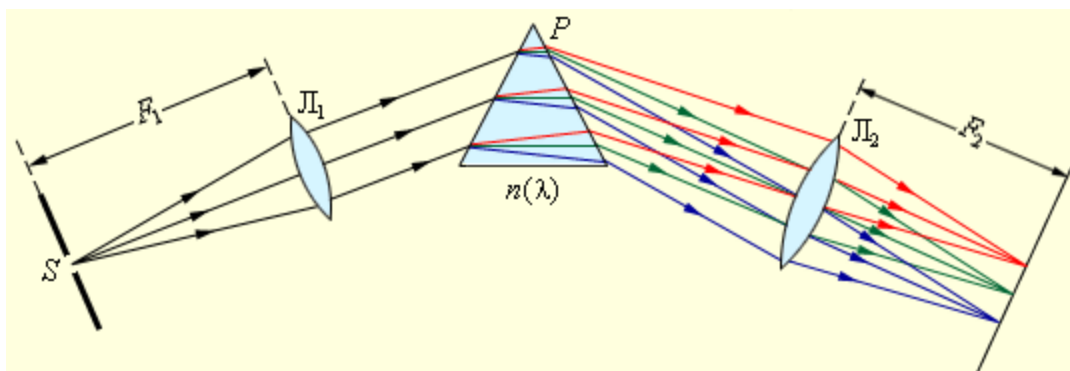


Рисунок 4.10 – Разложение излучения в спектр при помощи призмы.

Щель S , на которую падает исследуемое излучение, находится в фокальной плоскости линзы L_1 . Эта часть прибора называется коллиматором. Выходящий из линзы параллельный пучок света падает на призму P . Вследствие дисперсии свет разных длин волн выходит из призмы под разными углами. В фокальной плоскости линзы L_2 располагается экран или фотопластинка, на которой фокусируется излучение. В результате в разных местах экрана возникает изображение входной щели S в свете разных длин волн. У всех прозрачных твердых веществ (стекло, кварц), из которых изготавливаются призмы, показатель преломления n в диапазоне видимого света убывает с увеличением длины волны λ , поэтому наиболее сильно призма отклоняет от первоначального направления синие и фиолетовые лучи и наименее – красные. Монотонно убывающая зависимость $n(\lambda)$ называется нормальной дисперсией. Спектры, получаемые с помощью призм называются дисперсионными или призматическими.

В спектральных приборах высокого класса вместо призм применяются дифракционные решетки. **Дифракционная решетка** – это оптический прибор для получения дифракционных спектров.

Дифракцией света называется явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий. Свет при определенных условиях может заходить в область геометрической тени.

Простейшая дифракционная решетка состоит из прозрачных участков (щелей), разделенных непрозрачными промежутками. На решетку с помощью коллиматора направляется параллельный пучок исследуемого света. Наблюдение ведется в фокальной плоскости линзы, установленной за решеткой (рис. 4.11).

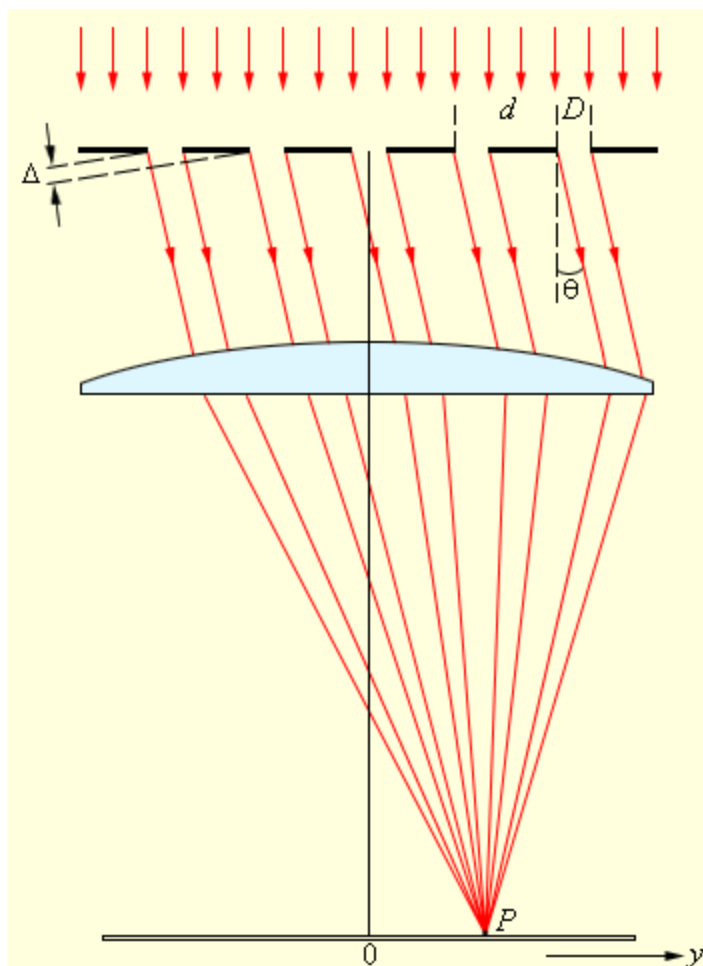


Рисунок 4.11 – Дифракция света на решетке

В каждой точке P на экране в фокальной плоскости линзы соберутся лучи, которые до линзы были параллельны между собой и распространялись под определенным углом θ к направлению падающей волны. Колебание в точке P является результатом интерференции вторичных волн, проходящих в эту точку от разных щелей. Для того, чтобы в точке P наблюдался интерференционный максимум, разность хода Δ между волнами, испущенными соседними щелями, должна быть равна целому числу длин волн:

$$\Delta = d \sin \theta_m = m\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (4.10)$$

Здесь d – (пространственный) период решетки или постоянная решетки, m – целое число, которое называется порядком дифракционного максимума. В тех точках экрана, для которых это условие выполнено, располагаются так называемые главные максимумы дифракционной картины.

Выражение (4.10) называется **условием главных максимумов** дифракционной решетки.

Таблица 4.2 Основные законы и формулы

Название закона (формулы)	Математическая запись закона, формула
Абсолютный показатель преломления	$n = \frac{c}{v}$
Относительный показатель преломления	$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$

Закон преломления света	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$
Предельный угол падения при полном внутреннем отражении	$\sin \alpha_{\text{пр}} = n_2/n_1 < 1$
Формула тонкой линзы	$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$
Оптическая сила линзы	$D = \frac{1}{F}$
Нормальное увеличение лупы	$\Gamma = s / F$
Условие главных максимумов дифракционной решетки	$d \sin \theta_m = m\lambda \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Задачи

1. Длина волны света в вакууме $\lambda_1 = 600$ нм. Этот свет входит в некоторую среду, где его скорость уменьшается в 1,2 раза, а длина волны становится равной λ_2 . Определить в нм разницу $(\lambda_1 - \lambda_2)$. 100
2. Тонкий луч света, распространяющийся в стекле, попадает в жидкость с абсолютным показателем преломления 1,4. При этом длина волны света увеличивается в 1,1 раза. Определить абсолютный показатель преломления стекла. 1,54
3. Жёлтый свет, длина волны которого в вакууме 600 нм, распространяется в некотором веществе со скоростью $2 \cdot 10^5$ км/с. Определить в нм длину волны жёлтого света в данном веществе. 400
4. На одном конце прямолинейного световода длиной 6 км вспыхнул свет. Через сколько миллисекунд этот свет достигнет другого конца световода? Показатель преломления материала, из которого сделан световод, равен 1,5. 0,03
5. Определить абсолютный показатель преломления прозрачной жидкости, если длина волны зелёного света в ней равна 550 нм. Энергия каждого фотона этого света равна 1,5 эВ. 1,5
6. Точечный источник света и два его изображения, даваемые плоскими двумя зеркалами, лежат в вершинах равностороннего треугольника. Определить в градусах величину угла между зеркалами. 120
7. Луч света, проходя через малое отверстие в тонкостенном шаре, испытывает двукратное отражение от его зеркальной внутренней поверхности и выходит через это же отверстие наружу. Найти в градусах угол между входящим в шар световым лучом и радиусом шара, проведённым в точку первого отражения луча. 30
8. На полу стоит квадратный стол со стороной 0,7 м и высотой 0,6 м. Над центром стола на высоте 2 м от пола висит лампочка. Определить в СИ площадь тени стола на полу. 1
9. Чтобы измерить высоту столба, мальчик положил на землю плоское зеркальце так, чтобы видеть в нём изображение вершины столба, и сделал необходимые измерения. Расстояние от него до столба 4 м, до зеркальца 1 м, линия глаз мальчика находится на высоте 1,5 м над Землёй. Определить в СИ высоту столба. 4,5
10. Вертикальная палка длиной 1,5 м, поставленная вблизи уличного фонаря, отбрасывает тень длиной 0,75 м. Палку перенесли дальше от фонаря на 1 м (в той же вертикальной плоскости), и длина её тени стала 1,25 м. Определить в СИ высоту, на которой подвешен фонарь. 4,5
11. Какой угол с горизонтом должна составлять плоскость зеркала, чтобы осветить солнечными лучами, отражёнными от этого зеркала, дно глубокого вертикального

колодца? Солнечный свет распространяется под углом 20° к горизонту. Ответ дать в градусах. 55

12. Плоское зеркало подвешено на вертикальной стене. Человек ростом 170 см стоит перед зеркалом. Определить в см минимальную высоту зеркала, необходимую для того, чтобы человек видел своё изображение во весь рост. 85

13. Плоское двухстороннее зеркало вращается с постоянной частотой 0,5 Гц вокруг оси, лежащей в плоскости зеркала. Определить в СИ линейную скорость перемещения “зайчика” по цилиндрическому экрану радиусом 10 м, если ось вращения зеркала совпадает с осью цилиндрического экрана. 62,8

14. В стеклянный сосуд с горизонтальным плоским дном налита жидкость, показатель преломления которой 1,5. На поверхность жидкости под некоторым углом α ($\sin\alpha = 0,75$) падает тонкий луч света. Найти в градусах наименьший угол между лучом света и дном сосуда в точке падения луча на дно. 60

15. Угол падения луча света на плоское дно стеклянного сосуда с жидкостью равен 30° . Синус угла преломления светового луча в стекле равен 0,25. Определить, во сколько раз скорость света в жидкости больше, чем в стекле. 2

16. В сосуд налита жидкость с показателем преломления 1,1. Поверхность жидкости освещается светом, синус угла падения которого равен 0,88. На дне сосуда закреплён в вертикальном положении полностью погруженный в жидкость стержень. Определить в см длину стержня, если он отбрасывает на дно сосуда тень длиной 2 см. 1,5

17. Луч света, распространяющийся в жидкости с абсолютным показателем преломления 1,2, падает на плоскую поверхность стекла. Синус угла падения равен 0,8, угол между отражённым от стекла и преломлённым в стекле лучами прямой. Определить абсолютный показатель преломления стекла. 1,6

18. Пучок параллельных лучей света падает на плоскую поверхность жидкости. Угол падения равен 60° , косинус угла преломления равен 0,7. Ширина пучка в воздухе равна 5 мм. Найти в мм ширину пучка в жидкости. 7

19. Луч света падает под углом $\alpha = 60^\circ$ на плоскую поверхность алмаза, находящегося в жидкости с абсолютным показателем преломления 1,5. При этом луч преломлённый образует прямой угол с лучом отражённым. Определить абсолютный показатель преломления алмаза. Считать, что $\sin\alpha \approx 0,8$. 2,4

20. На горизонтальном дне водоёма глубиной 1,5 м лежит плоское зеркало. На каком расстоянии от места вхождения луча в воду он снова выйдет из воды после отражения от зеркала, если угол преломления этого луча в воде 45° ? Ответ дать в СИ. 3

21. Призма изготовлена из стекла с показателем преломления 1,4. Луч света падает на одну из преломляющих граней призмы перпендикулярно. Найти синус угла преломления при выходе луча света в вакуум через вторую преломляющую грань, если преломляющий угол призмы равен 30° . 0,7

22. В призме с преломляющим углом 30° одна грань посеребрена. На вторую грань под углом 45° падает световой луч, который после преломления и однократного отражения от посеребрённой грани возвращается по тому же пути. Определить показатель преломления материала призмы. 1,41

23. Луч света падает под некоторым углом α ($\sin\alpha = 0,75$) на плоскопараллельную стеклянную пластину, преломляется, отражается от второй поверхности и выходит из пластины. Определить в СИ расстояние между точкой падения луча на пластину и точкой выхода из неё, если путь луча в стекле 10 см, а показатель преломления стекла 1,5. 0,05

24. Луч света падает на плоскопараллельную пластинку в точке А под углом 60° . Луч, преломлённый в стекле, отклоняется от направления падающего луча на 15° . Отразившись от нижней поверхности, луч в точке В снова выходит в воздух. Определить в мм расстояние АВ. Толщина пластинки 0,2 мм. 0,4

25. Луч света из воздуха падает на верхнюю грань плоскопараллельной пластины под некоторым углом α ($\sin \alpha = 0,8$) и выходит из пластины в жидкость под углом 30° к нормали. Пластина изготовлена из прозрачного материала, показатель преломления которого изменяется от 1,5 на верхней грани до 2,5 на нижней. Определить показатель преломления жидкости. 1,6
26. Предельный угол полного отражения для стекла, помещённого в жидкость с показателем преломления 1,25, равен 30° . Определить в км/с скорость света в этом стекле. $1,2 \cdot 10^5$
27. В стекле с показателем преломления 1,52 имеется сферическая полость радиусом 4 см, заполненная водой. Показатель преломления воды равен 1,33. На полость падает параллельный пучок света. Определить в см диаметр светового пучка, который проникает в полость. 7
28. На стеклянный клин перпендикулярно одной его грани падает тонкий луч света. Показатель преломления стекла равен 2. Угол при вершине клина 7° . Сколько светлых пятен будет наблюдаться на экране, поставленном за второй гранью клина? Потери на поглощение пренебречь. 2
29. Расстояние от предмета до собирающей линзы 10 м, а от линзы до изображения 2,5 м. Определить в диоптриях оптическую силу линзы. 0,5
30. Собирающая линза даёт на экране чёткое изображение предмета, находящегося на расстоянии 20 см от линзы. Определить в СИ фокусное расстояние линзы, если расстояние между предметом и экраном равно 50 см. 0,12
31. Предмет помещён перед передним фокусом линзы на расстоянии 25 см до него. Изображение получается за задним фокусом линзы на расстоянии 36 см от него. Определить в см фокусное расстояние линзы. 30
32. Фокусное расстояние собирающей линзы 0,2 м, а расстояние от действительного изображения предмета до линзы 0,6 м. Найти увеличение, даваемое линзой. 2
33. Фокусное расстояние собирающей линзы 0,2 м, а расстояние от мнимого изображения предмета до линзы 0,6 м. Найти увеличение, даваемое линзой. 4
34. Фокусное расстояние собирающей линзы 10 см, расстояние от предмета до переднего фокуса линзы 5 см. Найти в см высоту предмета, если высота его изображения 4 см. 2
35. Предмет находится от собирающей линзы на расстоянии 0,2 м. Получаемое на экране изображение предмета - перевёрнутое и увеличенное в 4 раза. Найти в СИ оптическую силу линзы. 6,25
36. С помощью линзы от своих очков абитуриент получил на полу комнаты чёткое действительное изображение нити накаливания лампы, расположив линзу на вертикали под лампой на расстоянии 2 м от нити. Расстояние между нитью и полом 3 м. Найти в диоптриях оптическую силу линзы. 1,5
37. На собирающую линзу с оптической силой 2 диоптрии падает пучок параллельных лучей. Тангенс угла, образованного этими лучами с главной оптической осью линзы, равен 0,1. Определить в см расстояние от главной оптической оси до точки, в которой фокусируются лучи. 5
38. Расстояние от предмета до собирающей линзы в 5 раз больше фокусного расстояния линзы. Во сколько раз предмет больше своего изображения? 4
39. Чему равно наименьшее расстояние между предметом и его действительным изображением, которое даёт собирающая линза с фокусным расстоянием 40 см? Ответ дать в СИ. 1,6
40. Накалённая нить лампочки и её действительное изображение, полученное с помощью линзы с оптической силой 4 диоптрии, равны по величине. На какое расстояние нужно передвинуть лампочку от первоначального положения, чтобы её изображение уменьшилось в 5 раз. Ответ дать в СИ. 1
41. Предмет в виде отрезка длиной 0,4 м расположен вдоль оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,6 м. Середина отрезка находится на

расстоянии 0,9 м от линзы. Линза даёт действительное изображение всех точек предмета. Определить продольное увеличение предмета. 7,2

42. Предмет поместили перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 1 м так, что наблюдается действительное, увеличенное в 2 раза изображение предмета. Затем предмет переместили вдоль оптической оси так, что изображение стало уменьшенным 2 раза. На сколько метров изменили расстояние от предмета до линзы? 1,5

43. С помощью собирающей линзы получают на экране изображение плоской квадратной рамки, плоскость которой перпендикулярна главной оптической оси линзы. Расстояние от плоскости рамки до линзы 0,3 м. Площадь изображения в 4 раза больше площади рамки. Найти в СИ фокусное расстояние линзы. 0,2

44. Высота пламени свечи 5 см. Линза даёт на экране изображение этого пламени высотой 15 см. Не трогая линзу, свечу отодвинули на 1,5 см дальше от линзы и, передвинув экран, вновь получили резкое изображение пламени высотой 10 см. Определить в см фокусное расстояние линзы. 9

45. Фотографируется момент выхода пули из ствола. Объектив фотоаппарата, фокусное расстояние которого равно 10 см, находится на расстоянии 5,1 м от конца ствола, оптическая ось объектива перпендикулярна стволу. При времени экспозиции 50 мкс величина размытия изображения на фотоплёнке оказалась равной 0,5 мм. Найти в СИ скорость пули. 500

46. Фотографируется момент погружения в воду прыгуна с вышки высотой 4,9 м. Фотограф находится у воды на расстоянии 10 м от места погружения. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата равно 20 см. На негативе допустимо размытие изображения не более 0,05 мм. На какое наибольшее время (в миллисекундах) должен быть открыт затвор фотоаппарата? 0,25

47. Собирающая линза с фокусным расстоянием 5 см и радиусом 2,4 см вставлена в непрозрачный экран. На оптической оси линзы на расстоянии 15 см от её центра находится точечный источник света. С другой стороны линзы расположен экран наблюдения в месте резкого изображения источника света. Определить в см радиус светового пятна на экране наблюдения, если источник света передвинуть на 3 см в направлении *от* линзы. 0,2

48. Вдоль главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 4 см движутся навстречу друг другу два светлячка, находящиеся по разные стороны от линзы. Скорость первого светлячка 2 см/с, а второго – 4 см/с. В некоторый момент времени первый светлячок находится на расстоянии 30 см от линзы, а второй - на расстоянии 60 см. Через сколько секунд после этого первый светлячок встретится с изображением второго? 12

49. Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 24 см друг от друга. Если поставить линзу так, чтобы она делила отрезок между источниками в отношении 1:3, то изображения источников совпадут. Определить в см фокусное расстояние линзы. 9

50. Источник света находится на расстоянии 1 м от экрана. Тонкая собирающая линза, расположенная между экраном и источником, даёт чёткое изображение источника на экране при двух положениях линзы, расстояние между которыми 0,6 м. Определить в СИ фокусное расстояние линзы. 0,16

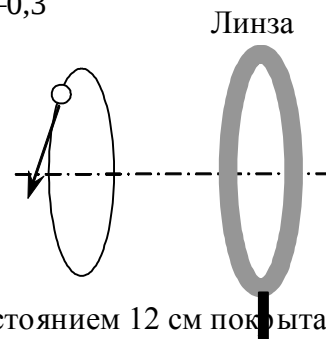
51. С помощью собирающей линзы получено уменьшенное действительное изображение предмета на экране. Размер предмета 6 см, а размер изображения 3 см. Оставляя предмет и экран неподвижными, перемещают линзу в сторону предмета и получают на экране второе чёткое изображение предмета. Определить в см величину этого изображения. 12

52. Собирающая линза даёт на экране чёткое изображение предмета, увеличенное в 2 раза. Если линзу подвинуть на 36 см к экрану, то она снова даст чёткое изображение предмета, но на этот раз в 2 раза уменьшенное. Найти в СИ фокусное расстояние линзы. 0,24

53. Лучи от удалённого источника света падают на рассеивающую линзу параллельно её главной оптической оси. Мнимое изображение источника света находится на расстоянии 0,2 м от линзы. Найти в СИ оптическую силу линзы. -5

54. Сходящийся пучок лучей падает на рассеивающую линзу так, что продолжения всех лучей пересекаются в точке, лежащей на оптической оси на расстоянии 0,2 м за линзой. Найти в СИ величину фокусного расстояния линзы, если лучи после преломления в ней собираются в точке, находящейся на расстоянии 0,6 м за линзой. -0,3

55. Светящаяся точка равномерно движется по окружности с центром на оси рассеивающей линзы в плоскости, перпендикулярной оси и отстоящей от линзы на расстоянии, в 1,8 раза большем фокусного расстояния. Определить в СИ линейную скорость точки, если линейная скорость её изображения равна 0,5 м/с. 1,4



56. Плоская поверхность плосковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 12 см покрыта зеркальным отражающим покрытием. На расстоянии 24 см от линзы со стороны выпуклой поверхности находится точечный источник света. Определить в см расстояние от линзы до изображения источника. 8

57. Фокусное расстояние собирающей линзы $F = 30$ см. Точечный источник света расположен на расстоянии $2F$ от линзы. На каком расстоянии от линзы нужно поместить плоское зеркало для того, чтобы лучи, отражённые от зеркала и вторично прошедшие через линзу, были параллельными? Ответ дать в СИ. 0,45

58. Оптическая система состоит из двух собирающих линз с фокусными расстояниями 20 см и 10 см. Расстояние между линзами 30 см. Предмет находится на расстоянии 30 см от первой линзы. Определить в СИ, на каком расстоянии от второй линзы находится изображение предмета. $7,5 \cdot 10^{-2}$

59. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием 5 см расположена между предметом и плоским зеркалом. Расстояние от предмета до линзы 2 см, а от предмета до зеркала 7 см. Определить в см расстояние от линзы до действительного изображения предмета. 8

60. Плоская поверхность плосковогнутой линзы с фокусным расстоянием 4 см покрыта зеркальным отражающим покрытием. На расстоянии 8 см от линзы со стороны вогнутой поверхности находится точечный источник света. Определить в см расстояние от линзы до изображения источника. 1,6

61. Фокусное расстояние собирающей линзы 5 см. Точечный источник света находится на расстоянии 6 см от линзы на её оптической оси. Линзу разрезают вдоль оптической оси на две равные части, которые затем отодвигают друг от друга на 1 см в направлении, перпендикулярном оптической оси. Найти в см расстояние между двумя изображениями источника. 6

62. Плоская поверхность плосковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 12 см покрыта зеркальным отражающим покрытием. На каком наименьшем расстоянии от линзы со стороны её выпуклой поверхности должен находиться точечный источник света, чтобы его изображение было действительным? Ответ дать в см. 6

63. Точечный источник света помещён на расстоянии 40 см от собирающей линзы L_1 с фокусным расстоянием 20 см на её оптической оси. По другую сторону линзы L_1 в её фокальной плоскости помещена рассеивающая линза L_2 так, что вышедшие из L_2 лучи кажутся исходящими из самого источника. Определить в см фокусное расстояние линзы L_2 . 15

64. На экране наблюдается чёткое изображение предмета, расположенного на расстоянии 30 см от плосковыпуклой линзы с фокусным расстоянием 10 см. К этой линзе вплотную

приложили плосковыпуклую линзу с фокусным расстоянием 20 см. На сколько сантиметров нужно передвинуть экран, чтобы на нём снова появилось чёткое изображение предмета? 45

65. Оптическая система состоит из трёх одинаковых собирающих линз с фокусным расстоянием 30 см и общей оптической осью. Предмет удалён на 60 см от передней линзы и на 120 см от задней линзы. Определить в см расстояние между предметом и его изображением. 90

66. На дифракционную решётку с шириной непрозрачных промежутков 2000 нм и шириной прозрачных щелей 2500 нм нормально падает поток белого света. Найти в нм длину волны света, для которой под углом 30° наблюдается максимум третьего порядка. 750

67. На дифракционную решётку нормально падает монохроматический свет. На бесконечно большом экране, установленном за дифракционной решёткой параллельно ей, наблюдается 7 максимумов интенсивности света. Определить наибольший порядок дифракции k , наблюдаемый при данных условиях. 3

68. На дифракционную решётку падает нормально монохроматический свет. Наибольший порядок дифракции k , наблюдаемый при данных условиях, равен 4. Сколько максимумов интенсивности будет наблюдаться на бесконечно большом экране, установленном за дифракционной решёткой параллельно ей? 9

69. На дифракционную решётку падает нормально поток белого света. Под углом 30° к падающим лучам света для длины волны 450 нм наблюдается максимум интенсивности пятого порядка. Определить синус угла, под которым для длины волны 600 нм наблюдается максимум третьего порядка. 0,4

70. Монохроматический свет с длиной волны в вакууме 500 нм падает нормально на дифракционную решётку, помещённую в жидкую среду с показателем преломления 1,25. Период решётки 4 мкм. Определить синус угла, под которым наблюдается второй ($k = 2$) максимум интенсивности. 0,2

71. На дифракционную решётку с периодом 4 мкм падает нормально монохроматический свет. За решёткой находится собирающая линза с фокусным расстоянием 40 см. На экране первый дифракционный максимум отстоит от центрального на расстоянии 5 см. Определить в нм длину волны света. Считать синус и тангенс угла дифракции равными. 500