

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«гимназия №8 им. академика Н.Н. Боголюбова
города Дубны Московской области»

“Оптические приборы и явления”

Работа учениц 11А класса:
Киселевой Анны
Владиславовны,
Чохели Софии Давидовны

Руководитель проекта:
Учитель физики: Смирнова
Ирина Александровна

Работа допущена к защите 15 мая 2019 г.

Подпись руководителя проекта _____

 (Киселевой А.В.)

Дубна, 2019 г

Содержание:

Введение.....	3
1.Понятие оптика.....	4
2.Виды линз.....	5
3.Проведение опыта по определению фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз.....	7
4.Дисперсия света.....	9
5.Проведение опыта для получения радуги	11
Заключение.....	13
Список литературы.....	14

Введение

Учёные древности считали, что человечески глаз видит благодаря ощупыванию предметов тончайшими щупальцами. Оптика в то время была учением о зрении. В средневековье оптика изучала свет и его суть.

Сегодня оптика – это часть физики, изучающая распространение света по разнообразным средам и его взаимодействия с другими веществами. Все вопросы, касающиеся зрения, изучает физиологическая оптика. Оптические явления же – это проявление разноплановых действий, совершаемых лучами света. Их изучает атмосферная оптика.

Планету Земля окружает газовая оболочка, называемая атмосферой. Её толщина составляет сотни километров. Ближе к Земле атмосфера более плотная, по направлению вверх разрежается. Физические свойства атмосферной оболочки постоянно меняются, слои смешиваются. Изменяют температурные показатели. Плотность, степень прозрачности сдвигаются.

От Солнца и прочих небесных светил по направлению к Земле идут световые лучи. Они проходят через атмосферу Земли, которая для них служит специфической оптической системой, меняющей свои характеристики. Световые лучи отражаются, рассеиваются, проходят через атмосферу, освещают землю.

Это атмосферное оптическое явление в виде неполного круга с разными цветами. Религии древности считали радугой мостом от неба к земле. Аристотель полагал, что радуга появляется из-за отражения капель солнечного света. Какое оптическое явление еще способно так радовать человека, как это делает радуга?

В XVII веке Декарт изучил природу радуги. Позднее Ньютон проводил эксперименты со светом и дополнил теорию Декарта, но не смог понять формирования нескольких радуг, отсутствия в них отдельных цветовых оттенков.

Полная теория радуги был представлена в XIX веке астрономом из Англии Д. Эри. Именно ему удалось раскрыть все процессы радуги. Разработанная им теория принимается и в наши дни.

Радуга появляется тогда, когда свет солнца попадает на завесу дождевой воды в области неба, обратной от Солнца. Центр радуги размещается в точке с обратной стороны Солнца, то есть она не видна глазу человека. Дуга радуги – это часть круга вокруг этой центральной точки.

Цвета в радуге размещаются в определенном порядке. Он постоянен. Красный – по верхнему краю, фиолетовый – по нижнему. Между ними цвета идут в строгой расстановке. В радуге имеются не все существующие цвета. Преобладание зеленого цвета говорит о переходе к благоприятной погоде.

Цель: познакомиться с простейшими оптическими приборами и изучить их характеристики; дать характеристику основным оптическим явлениям (дисперсия и преломление).

Задачи:

1. Дать определение понятию оптика.

2. Ознакомление с простейшими линзами.
 - А) Познакомится с собирающей и рассеивающей линзой
 - Б) Определить их фокусное расстояние
 - В) Сравнение этих линз на совместимость с человеческим глазом
 - Г) Провести опыт на определение вида линз для глаз
 - Д) Сделать вывод по полученным данным
3. Ознакомление с призмой и явлением разложения света в спектр
 - А) Дать определение дисперсии света
 - Б) Проведение опыта по изучению явления дисперсии света и эффекта спектрального разложения параллельного пучка света стеклянной призмой
 - В) Измерение угла наименьшего отклонения лучей призмой для различных длин световых волн и определение по результатам этих измерений показателя преломления, дисперсии вещества, угловой дисперсии света, разрешающей силы призмы
 - Г) Сделать вывод по полученным данным

Объекты исследования:

- Призма
- Линза (рассеивающие и собирающие)

Метод исследования:

Теоретический метод: сбор и анализ информации.

Практический метод: измерение фокусного расстояния и изучение явления дисперсии.

1. Понятие оптика

Оптика – это раздел физики, изучающий свойства и физическую природу света, его распространение в различных средах и взаимодействие с веществом, а также способы генерации и регистрации света. Это широко разветвленная область исследований, взаимодействующая со многими разделами физики, например, электродинамика, квантовая механика, физика твердого тела и др. Термин оптика происходит от греческого слова "optike" — наука о зрительных восприятиях, а само это слово происходит от греческого "optos" — видимый, зримый.

Оптическое излучение или свет представляет собой электромагнитные волны. Поэтому оптика — это часть общего учения об электромагнитном поле, которая называется электродинамикой. Под светом в настоящее время понимают не только видимое излучение, но и примыкающие к нему широкие области инфракрасного (ИК) и ультрафиолетового (УФ) излучения. В таком понимании оптический спектр занимает диапазон от границы ИК излучения $\lambda = 2 \text{ мм}$ ($\nu = 1,5 \times 10^{11} \text{ Гц}$) до коротковолновой границы УФ $\lambda = 10^{-6} \text{ см}$ ($\nu = 3 \times 10^{16} \text{ Гц}$). Выделение указанной области обусловлено не столько близостью соответствующих участков спектра, но и, главным образом, сходством методов и приборов, применяемых для ее исследования и разработанных исторически, в основном, при изучении видимого света

(линзы, зеркала, призмы, дифракционные решетки, интерференционные приборы и т.д.). Собственно видимое излучение занимает диапазон $\lambda = 400 - 760$ нм, УФ – $\lambda = 10 - 400$ нм, ИК – $\lambda = 760$ нм – 2 мм. Указанные границы достаточно условны.

Первые представления древних ученых о свете были весьма наивны. Считалось, что из глаз выходят особые тонкие щупальцы и зрительные впечатления возникают при ощупывании ими предметов. Тогда под оптикой понимали науку о зрении. Именно такой точный смысл слова «оптика». В средние века оптика постепенно из науки о зрении превратилась в науку о свете, этому способствовало изобретение линз и камеры-обскуры. В современное время оптика — это раздел физики, в котором исследуется испускание света, его распространение в различных средах и взаимодействие с веществом. Что же касается вопросов, связанных со зрением, устройство и функционирование глаза, то они выделились в специальное научное направление, называемое физиологической оптикой.

При рассмотрении многих оптических явлений можно пользоваться представлением о световых лучах – геометрических линиях, вдоль которых распространяется световая энергия. В этом случае говорят о геометрической (лучевой) оптике.

Геометрическая оптика широко используется в светотехнике и при рассмотрении действий многочисленных приборов и устройств – начиная от лупы и очков и кончая сложнейшими оптическими микроскопами и телескопами.

В начале XIX века развернулись интенсивные исследования открытых ранее явлений интерференции, дифракции и поляризации света. Эти явления не находили объяснения в рамках геометрической оптики, необходимо было рассматривать свет в виде поперечных волн. Так возникла волновая оптика. Первоначально полагали, что свет — это упругие волны в некоторой среде (мировом эфире), которая будто бы заполняет все мировое пространство.

В 1864 году английский физик Джеймс Максвелл создал электромагнитную теорию света, согласно которой волны света – это электромагнитные волны с соответствующим диапазоном длин.

Исследования, выполненные в начале XX века, показали, что для объяснения некоторых явлений, например фотоэффекта, необходимо представить световой пучок в виде потока своеобразных частиц – световых квантов (фотонов). Еще 200 лет назад Исаак Ньютон придерживался аналогичной точки зрения на природу света в своей «теории истечения света». Теперь представление о световых квантах изучает квантовая оптика.

2. Виды линз

Линзой в оптике называется прозрачное тело, ограниченное двумя правильными, обычно сферическими или цилиндрическими поверхностями. Если расстоянием между вершинами ограничивающих поверхностей пренебречь нельзя, линзу называют толстой. Линза с пренебрежимо малым

расстоянием между вершинами называется тонкой. В этой работе речь пойдет преимущественно о тонких линзах.

Линзы могут собирать и рассеивать лучи. К собирающим линзам относятся, например, двояковыпуклые линзы, к рассеивающим — двояковогнутые (для линз, показатель преломления материала которых больше, чем показатель преломления окружающей среды).

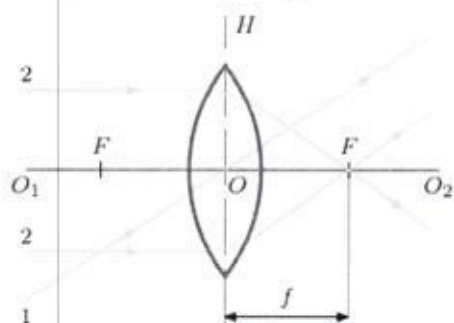


Рис. 2.1

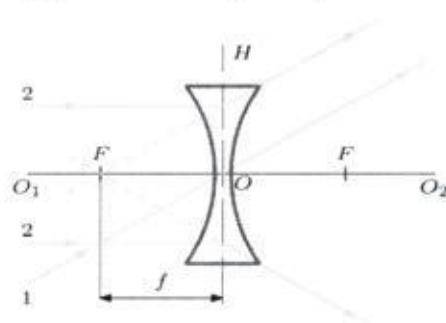


Рис. 2.2

На рис. 2.1 изображена собирающая линза, а на рис. 2.2 изображена рассеивающая линза.

Прямая $O_1 O_2$, проходящая через вершины сферических поверхностей, называется главной оптической осью. Точка O называется оптическим центром, а плоскость H — главной плоскостью линзы. Луч света 1, проходящий через оптический центр, линзой не преломляется. Лучи 2, параллельные главной оптической оси, преломляясь в линзе, пересекаются в точке F , лежащей на этой оси и называемой главным фокусом линзы. Расстояние f от оптического центра до главного фокуса называется главным фокусным расстоянием.

Обозначения те же, что и на рис. 2.1. Фокус у рассеивающей линзы мнимый: в точке фокуса пересекаются не сами лучи, а их воображаемые продолжения.

Это выражение носит название формулы тонкой линзы. Записанное в таком виде, оно предполагает применение следующего правила знаков:

f — положительно для собирающей линзы и отрицательно для рассеивающей;

$a > 0, b > 0$ — для действительных предмета и изображения;

$a < 0, b < 0$ — для мнимых предмета и изображения.

В этом случае из формулы следует для собирающей линзы: $f = \frac{ab}{a+b}$

для рассеивающей линзы: $f = \frac{ab}{a-b}$

Нахождение среднего фокусного расстояния

$$F_{\text{ср}} = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{3}$$

Линза дает стигматическое или точечное изображение (т. е. любая точка предмета изображается точкой, поэтому нет искажений), если:

— линза тонкая;

- лучи параксиальные (близкие к оптической оси);
- свет монохроматический.

Человеческий глаз представляет из себя сложную систему, главной целью которой является наиболее точное восприятие, первоначальная обработка и передача информации, содержащейся в электромагнитном излучении видимого света. Лучи света от предмета, преломляясь на границе воздух–роговица, проходят далее через хрусталик (линзу с изменяющейся оптической силой) и создают изображение на сетчатке. При нарушении зрения изображения удаленных предметов в случае ненапряженного глаза могут оказаться либо перед сетчаткой (близорукость), либо за сетчаткой (дальнозоркость).

Хрусталик представляет собой двояковыпуклую эластичную линзу, которая крепится на мышцах ресничного тела. Ресничное тело обеспечивает изменение формы хрусталика. Хрусталик разделяет внутреннюю поверхность глаза на две камеры: переднюю камеру, заполненную водянистой влагой, и заднюю камеру, заполненную стекловидным телом.

Внутренняя поверхность задней камеры покрыта сетчаткой, представляющей собой светочувствительный слой. Получаемое светочувствительными элементами сетчатки раздражение передается волокнам зрительного нерва и по ним достигает зрительных центров мозга. Между сетчаткой и склерой находится тонкая сосудистая оболочка, состоящая из сети кровеносных сосудов, питающих глаз.

Место входа зрительного нерва представляет собой слепое пятно. Немного выше расположено желтое пятно – участок наиболее ясного видения. Линия, проходящая через центр желтого пятна и центр хрусталика, называется зрительной осью. Она отклонена от оптической оси глаза на угол около 5° .

3. Проведение опыта по определению фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз

Оборудование:

Поверхность, покрытая миллиметровой бумагой, светодиоды (6 цветов) (рис. 3.1), линзы (3 вида), изолента (для крепления линз), угловой экран (рис. 3.2), блок питания (рис. 3.3), угловой световод.

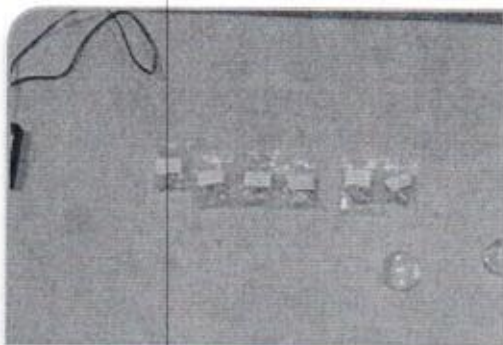


Рис. 3.1 Светодиоды



Рис. 3.2 Линзы, угловой экран

Ход работы

1. Для проведения нашего опыта мы взяли шесть цветов светодиодов, так как разный цвет имеет разную световую волну.
2. Поместите экран на достаточном большом расстоянии от источника света, поставьте между ними линзу и передвигайте ее в ту или другую сторону до тех пор, пока на экране не получится отчетливое изображение точки (рис. 3.3).



Рис. 3.3 проведение опыта-1

3. Это действие повторяем в трех точках, а после меняем светодиод (рис. 3.4).

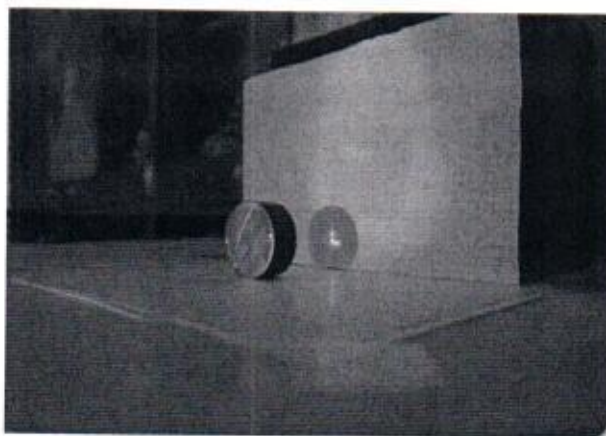


Рис. 3.4 Проведение опыта-2

4. Определяем фокусное расстояние собирающей линзы (от экрана с его изображением до линзы). (рис. 3.5, 3.6, 3.7) Результаты заносим в таблицу 1.



Рис. 3.5 Собирающая тонкая линза



Рис. 3.6 Выпукло-вогнутая линза



Рис. 3.7 Объемная линза

Таблица 1. Полученные значения

Измерение в см	Красный	Оранжевый	желтый	зеленый	Синий	фиолетовый
Фок. р. 1 л.	8.4	8.4	8.5	8.3	8.3	8.3
Фок. р. 2 л.	8	8	7.9	7.9	8	8
Фок. р. 3 л.	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Средняя фок. р.	6.93	6.93	6.96	6.9	6.93	6.93

В данном опыте мы использовали линзы с разными фокусными расстояниями. Мы находили это расстояние в разных точках (по середине и по бокам). Это нам позволило определить качество линз. Таким образом, можно сделать вывод, что длина световой волны разных цветов не влияет на фокусное расстояние линз.

В наших руках оказались качественные линзы, благодаря которым мы смогли понять, что линзы могут помочь в исправлении зрения. Для близорукости - рассеивающая линза, так как она может переместить сход лучей в глазу вперед. А для дальнозоркости - собирающая линза, так как она может переместить сход лучей в глазу назад.

4. Дисперсия света

Дисперсией света называется зависимость фазовой скорости v света в среде от его частоты ν или длины волны λ_0 . Известно, что $v = c/n$, где c – скорость света в вакууме, а n – показатель преломления среды. Поскольку c – универсальная постоянная, одинаковая для электромагнитных волн любой частоты, то существование дисперсии света в среде обусловлено тем, что ее показатель преломления n зависит от длины волны λ_0 (λ_0 – длина волны света в вакууме). Эта зависимость легко обнаруживается, например, при прохождении пучка белого света через призму, изготовленную из какого-либо прозрачного вещества. На экране, установленном за призмой, наблюдается радужная полоска, называемая призматическим, или

дисперсионным спектром. Ярким проявлением дисперсии света в воде является замечательное природное явление – радуга. Зависимость показателя преломления среды от длины электромагнитной волны в общем случае нелинейная и немонотонная. Области значений λ_0 , в которых с ростом длины волны показатель преломления уменьшается, соответствуют нормальной дисперсии света. Нормальная дисперсия наблюдается у веществ, прозрачных для света. Например, обычное стекло прозрачно для видимого света, и в этой области длин волн наблюдается нормальная дисперсия.

Дисперсия света называется аномальной, если с ростом λ_0 показатель преломления среды увеличивается. Аномальная дисперсия наблюдается в областях длин волн, соответствующих полосам интенсивного поглощения света в данной среде. Например, у обычного стекла эти полосы находятся в инфракрасной и ультрафиолетовой частях спектра.

Один из самых наглядных примеров дисперсии — разложение белого света при прохождении его через призму (опыт Ньютона). Сущностью явления дисперсии является различие фазовых скоростей распространения лучей света с различной длиной волны в прозрачном веществе — оптической среде (тогда как в вакууме скорость света всегда одинакова, независимо от длины волны и, следовательно цвета). Обычно, чем меньше длина световой волны, тем больше показатель преломления среды для неё и тем меньше фазовая скорость волны в среде:

- у света красного цвета фазовая скорость распространения в среде максимальна, а степень преломления — минимальна,
- у света фиолетового цвета фазовая скорость распространения в среде минимальна, а степень преломления — максимальна.

Однако в некоторых веществах (например, в парах иода) наблюдается эффект аномальной дисперсии, при котором синие лучи преломляются меньше, чем красные, а другие лучи поглощаются веществом и от наблюдения ускользают. Говоря строже, аномальная дисперсия широко распространена, например, она наблюдается практически у всех газов на частотах вблизи линий поглощения, однако у паров иода она достаточно удобна для наблюдения в оптическом диапазоне, где они очень сильно поглощают свет.

Дисперсия света позволила впервые вполне убедительно показать составную природу белого света.

Белый свет разлагается в спектр и в результате прохождения через дифракционную решётку или отражения от неё (это не связано с явлением дисперсии, а объясняется природой дифракции). Дифракционный и призматический спектры несколько отличаются: призматический спектр сжат в красной части и растянут в фиолетовой и располагается в порядке убывания длины волны: от красного к фиолетовому; нормальный (дифракционный) спектр — равномерный во всех областях и располагается в порядке возрастания длин волн: от фиолетового к красному.

По аналогии с дисперсией света, также дисперсией называются и сходные явления зависимости распространения волн любой другой природы от длины волны (или частоты). По этой причине, например, термин закон дисперсии, применяемый как название количественного соотношения, связывающего частоту и волновое число, применяется не только к электромагнитной волне, но к любому волновому процессу.

Дисперсией объясняется факт появления радуги после дождя (точнее тот факт, что радуга разноцветная, а не белая).

Дисперсия является причиной хроматических aberrаций — одних из aberrаций оптических систем, в том числе фотографических и видеообъективов.

5. Проведение опыта для получения радуги

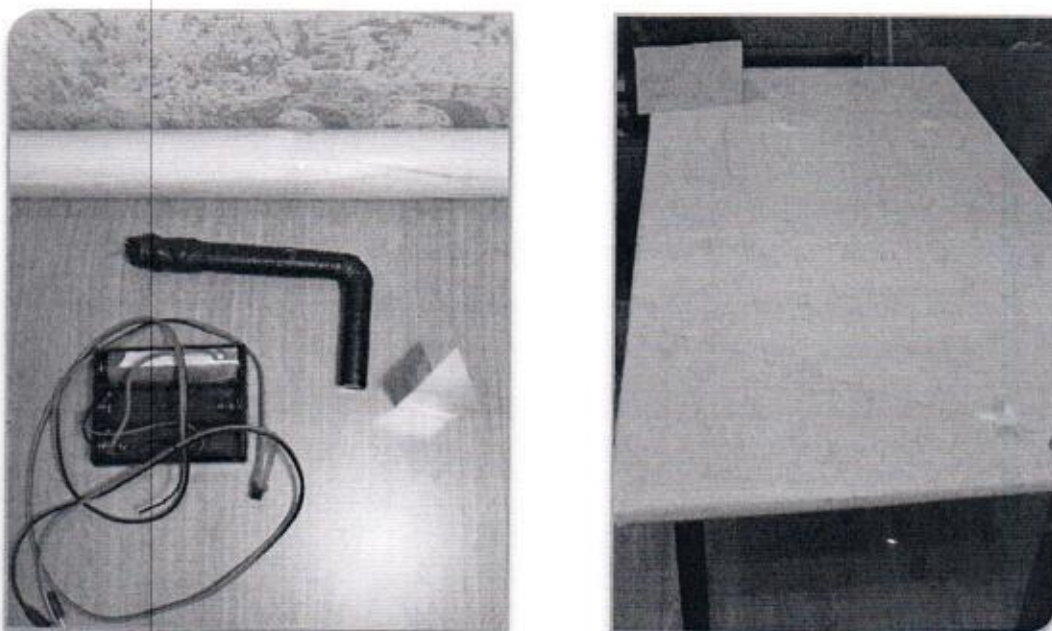


Рис. 7.1 Оборудование для эксперимента

Оборудование:

Поверхность, покрытая миллиметровой бумагой, светодиод белого цвета, угловой экран, блок питания, призма, угловой световод. (Рис. 7.1)

Ход работы:

1) Установка призмы

Призма должна быть установлена на столике спектрогониометра так, чтобы ее ребро при преломляющем угле было расположено перпендикулярно оси оптической трубы. Сначала призму ставят на столик таким образом, чтобы одна из ее преломляющих граней была перпендикулярна к линии, соединяющей два из трех установочных винтов столика.

- 2) Отмечаем точками концы радуги. Проводим линии для получения радуги (рис. 7.2).

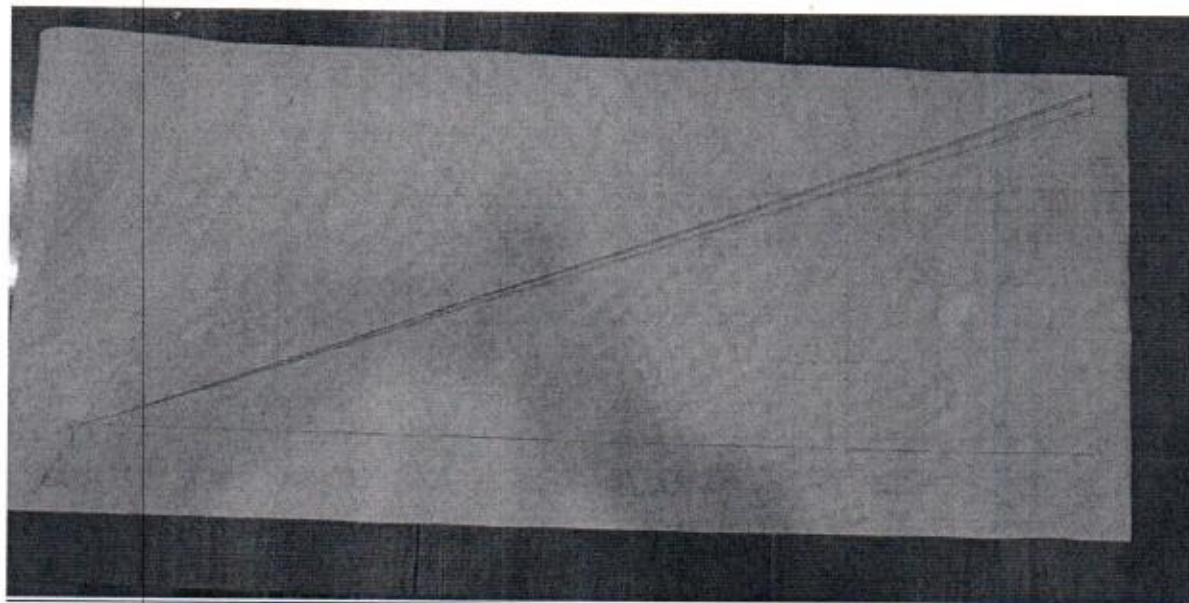


Рис. 7.2 Подготовка к опыту

- 3) По полученным данным проводим вычисления и заносим их в таблицу 2.

Таблица 2. Результаты опыта

Цвет	Удаление от экрана, мм	Отклонение, мм	Угол отклонения
красный	1162	401	19.04
оранжевый	1162	406	19.26
желтый	1162	412	19.52
зеленый	1162	420	19.87
синий	1162	423	20.00
фиолетовый	1162	427	20.17

Из данных вычислений мы понимаем, что наша призма хорошего качества, так как ясно, что угол отклонения в пределах нормы.

Для удобства мы взяли маленькую призму, но если бы она была бы меньше, то её можно было бы использовать в лабораторных работах по получению радуги.

Заключение

В данной работе мы повторили материал 8-го и 11-ого класса и освежили свои знания, связанные с оптикой, оптическими явлениями и оптическими приборами.

Ознакомились с простейшими линзами – рассеивающей и собирающей и сделали опыт по определению среднего фокусного расстояния линзы.

Линзы являются универсальным оптическим элементом большинства оптических систем.

Традиционное применение линз — бинокли, телескопы, оптические прицелы, теодолиты, микроскопы и фотовидеотехника. Одиночные собирающие линзы используются как увеличительные стёкла.

Другая важная сфера применения линз офтальмология, где без них невозможно исправление недостатков зрения — близорукости, дальнозоркости, неправильной аккомодации, астигматизма и других заболеваний. Линзы используют в таких приспособлениях, как очки и контактные линзы.

Мы более углубленно познакомились с понятием дисперсия света, а также провели опыт по получению радуги с определением угла отклонения для разных световых волн. Теперь мы можем не только любоваться этим красивым явлением, но и объяснить причину возникновения радуги на «физическом» языке, а не просто поверхностное понимание. Для того чтобы глубже понять такое свойство света как дисперсия, была изучена дополнительная литература по оптическим явлениям, проведено большое количество опытов по разложению света в спектр.

Список литературы

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>

<https://www.yaklass.ru/materiali?mode=cht&ctid=91>

<https://www.yaklass.ru/materiali?mode=lsntheme&themeid=133>

<http://izi.vlsu.ru/teach/books/105/les5/lecture.htm>

<http://www.ilt.kharkov.ua/bvi/ogurtsov/lect6opt.pdf>

<https://interneturok.ru/lesson/physics/11-klass/boptikab/zakony-geometricheskoy-optiki>