

Самодельная зрительная труба

Выполнил: ученик 4 класса (11 лет)

Ефимов Владимир Михайлович;

Руководитель: Загидуллина

Эльза Халиулловна

учитель математики начальной

школы, высшей квалификационной

категории

8-9503-208-064, 295-92-52

Содержание

1. Введение.....	3
2. Основная часть:	
а) Математическое и геометрическое описание свойства собирающей линзы по преломлению световых лучей.....	5
б) Устройство простой зрительной трубы.....	8
3. Экспериментальная часть:	
Эксперимент 1	10
Эксперимент 2.....	11
Эксперимент 3.....	12
Эксперимент 4.....	13
4. Заключение	15
5. Практическая значимость.....	16
6. Список литературы.....	17
7. Приложение.....	18

8. Введение

История эта началась с того, что летом я увидел, как мальчишки на улице поджигали газету с помощью увеличительного стекла. Лучи солнца, собранные линзой в нестерпимо яркое пятнышко они направляли на газету, которая начинала дымиться. Я конечно же решил тоже попробовать поджечь газету сам. Я достал несколько линз, которые я хранил в коробочке...

Линзы – это захватывающая штука. С их помощью были сделаны замечательные открытия, которые значительно повлияли на мировоззрение человечества. Когда в школе говорят об открытиях новых земель или миров, то обычно имеют в виду географические открытия стран и континентов, куда нужно долго идти, плыть или ехать. Линзы же помогли людям открыть целые миры, незаметно существующие рядом – так что не надо никуда ехать – все можно увидеть своими глазами в любой момент.

Один из этих миров – микромир, расположен буквально прямо у нас под носом. Открытие микромира, сделанное Робертом Гуком и Антони Ван-Левенгуком с помощью маленькой, почти сферической линзочки вызвало едва ли не большую сенсацию, чем открытие Нового Света. Микромир или зверинец в капле воды, как говорили про него современники был, конечно, потрясающей штукой, но не то чтобы очень уж необычной.

Удивительным же и неправдоподобным было открытие итальянца Галилея, который занимаясь с линзами, комбинируя их по-всякому, создал первый в мире телескоп, в который увидел горы на Луне и вдруг понял, как же она далеко, он увидел мириады звезд вместо млечного пути! Галилей, а за ним и другие вдруг осознали, что небо – это не стена, а окно. Галилей был первым, кто увидел, луны Юпитера, кольца Сатурна и множество других захватывающих вещей. Человечество поняло, что живет в громадном, невообразимом по размеру мире.

Научившись изготавливать стеклянные линзы, человечество получило в свои руки мощный инструмент для исследования окружающего мира. Создание оптических микроскопа и телескопа оказало революционное влияние на мировоззрение человека. В настоящее время оптические приборы – модификации зрительных труб и первых микроскопов используются практически повсеместно – в научных исследованиях и в повседневной жизни. Мы постоянно пользуемся линзами и их комбинациями – в очках, объективах фотоаппаратов и сотовых телефонов, термометрах, биноклях и т.п.

Цель работы: создание действующей модели подзорной трубы и разработка практических экспериментов, позволяющих наглядно демонстрировать физический смысл математических формул и геометрических построений, иллюстрирующих принципы преломления света собирательными линзами различных диаметров и различной кривизны поверхностей.

Задачи:

1. Познакомиться с математическим и геометрическим описанием свойства собирающей линзы преломлять световые лучи;
2. Познакомиться с устройством и принципом работы простейшей зрительной трубы;
3. Сконструировать и собрать модели зрительной трубы различной кратности;
4. Разработать ряд практических экспериментов, наглядно демонстрирующих школьникам все факторы, влияющие на свойство собирающей линзы преломлять лучи света;
5. Провести демонстрационные опыты.
6. Внедрить самодельную зрительную трубу в качестве наглядного пособия в школе для кружка «Математическая шкатулка», оформит рационализаторское предложение.

а) Математическое и геометрическое описание свойства собирающей линзы по преломлению световых лучей

Известно, что различные типы линз по разному искривляют лучи света. Ученые, кстати, говорят – не «искривляют», а «преломляют».

Хотя лучей света и не видно и непонятно как они преломляются линзой, однако зная некоторые правила, мы можем изобразить ход лучей на специальной схеме. Основным свойством наших собирательных, как их называют физики, линз является способность собирать распространяющиеся параллельно, как бегуны, бегущие по стадиону по соседним дорожкам, лучи света в точку (см. Рис.1):

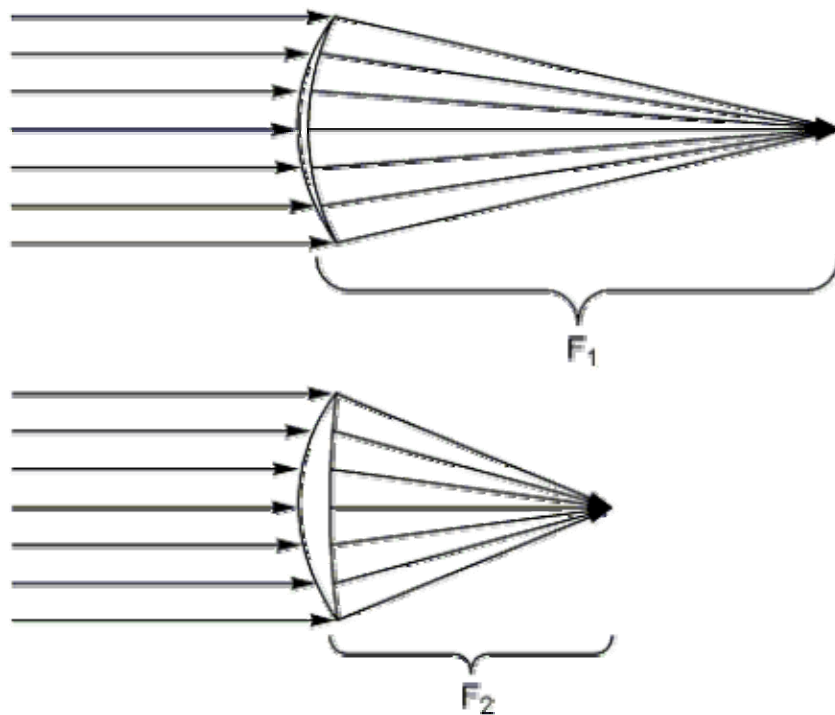


Рис. 1

То место, где лучи пересекутся, называется *фокусом* линзы, а расстояние от центра линзы до фокуса – *фокусным расстоянием* (F_1, F_2 на рис.1). Это одна из самых важных характеристик линзы.

Чем толще линза, тем более сильное влияние она сможет оказать на проходящие через нее лучи, тем сильнее она отклонит луч от его первоначального пути – сильнее преломит его. Твоя толстая линза сильно преломляет лучи и может собрать их в точку раньше, чем тонкая; ее фокусное расстояние меньше, чем у тонкой линзы.

Заметим еще одну особенность: луч проходящий через центр линзы не преломляется вообще – в самом центре линза похожа на обычное плоское стеклышко, как те что вставлены в окна, свет, проходя через окна не преломляется, поэтому иногда, если стекла в окнах очень чистые их можно не заметить вовсе. В этом причина того, что на стеклянные двери клеят яркие желтые круги на уровне глаз человека – чтобы никто не врезался в стекло и не пострадал.

Чтобы понять принципы построения схемы и получаемого на экране изображения лампы проследим судьбу каждого луча **A-D**, попутно отметим, что фокусное расстояние тонкой линзы больше фокусного расстояния толстой (см. Рис.2): $F_1 > F_2$.

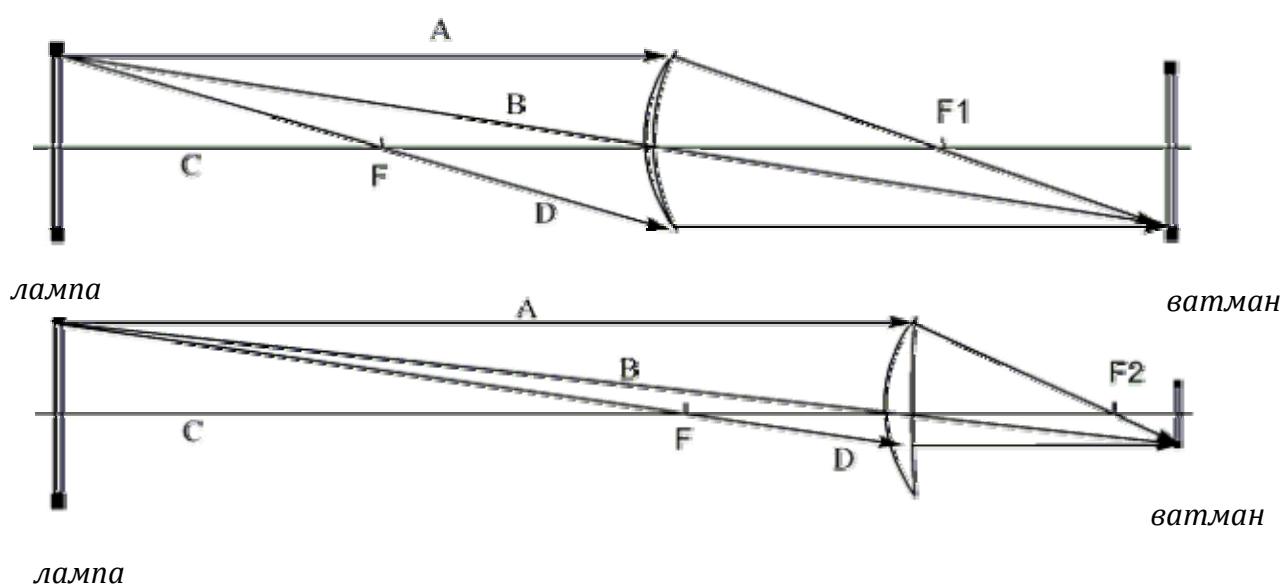


Рис. 2.

Луч **A** от вершинки лампы шел параллельно лучу **C** от середины лампы – линза собрала их и они пересеклись в фокусе **F**, после прохождения которого лучи разошлись и достигли экрана. Луч **B** – это тот самый луч, который не преломляясь прошел через центр линзы. Самый интересный тут – луч **D**, он прошел через фокус линзы и, преломившись, должен пойти параллельно лучу **C**. Дело в том, что если посмотреть на предыдущий рисунок 1, то направление стрелочек на нем можно поменять на противоположное и от этого на схеме ничего не измениться. Линзе все равно – если в нее зайдут параллельные лучи, тогда она соберет их в своем фокусе, если же лучи веером выйдут из источника света, находящегося в фокусе линзы, она преломит их в параллельный поток. Так, например, работают фары автомобиля. В фокусе линзы, укрепленной на фаре, находится яркая лампочка, а преобразившийся в параллельный поток, узким снопом света освещает дорогу.

Изображение вершинки лампочки мы нарисовали в том месте, где пересекаются лучи **A**, **B** и **D**. Но имеем ли мы право рисовать лампочку именно в этом месте, ведь казалось бы ее с таким же успехом можно нарисовать и дальше и ближе, почему же мы изобразили ее именно в том месте, где пересекаются лучи? Дело в том, что если лучи, начавшие путешествие от вершинки лампочки сошлись в одной точке, и ни один из них не попал куда-то еще, значит именно в этой точке они сформируют четкое и резкое изображение этой вершинки! Если же мы начнем отодвигать экран то, лучи от вершинки лампы перестанут сходиться и осветят уже не точку, а сначала маленькое пятнышко, которое будет увеличиваться при движении экрана. Если точки на изображении, по мере движения экрана начнут превращаться в пятнышки, то все изображение начнет размываться – в этом случае говорят, что изображение расфокусировалось.

Геометрическое построение на рис.2 показало, что тонкая линза будет давать изображение, имеющее больший размер, чем тонкая. Значит,

солнечная энергия в этом случае будет распределена на большей площади, а значит и нагрев этой площади окажется меньше.

Таким образом, для поджига газеты с помощью собирающей линзы нужно выбрать такую линзу, у которой фокусное расстояние наименьшее из всех доступных. Иными словами нужно брать линзу с наиболее выпуклыми сторонами.

Проверку этого утверждения Вы найдете в экспериментальной части настоящей работы.

б) Устройство простой зрительной трубы

Зрительные трубы (подзорные трубы, телескопы) - оптические инструменты, служащие для рассматривания отдаленных предметов, которые при этом принимают большую кажущуюся величину, чем при рассматривании их простым (невооруженным) глазом. При этом мелкие части предмета, невидимые простым глазом, могут быть различаемы в подзорную трубу, как будто бы рассматриваемый предмет приблизился к наблюдателю; поэтому подзорные трубы называются увеличивающими или приближающими.

Подзорные трубы могут быть составлены из одних оптических стекол, или же из сочетания таких стекол и вогнутых или выпуклых зеркал.

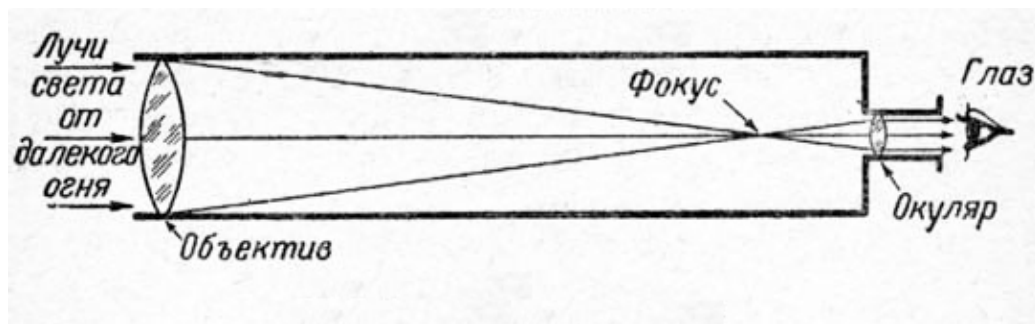


Рис.3 Схема зрительной трубы.

Стекло, направленное в сторону предмета и собирающее его лучи, называется предметным или *объективом*; стекла для рассматривания изображения, составленного объективом, к одному из которых наблюдатель приставляет глаз, называются глазными или *окуляр*ом.

Экспериментальная часть

Эксперимент 1. Поставим перед собой задачу: научиться выбирать оптимальный вариант линзы для выжигания, по внешнему виду линзы, не прибегая к испытаниям.

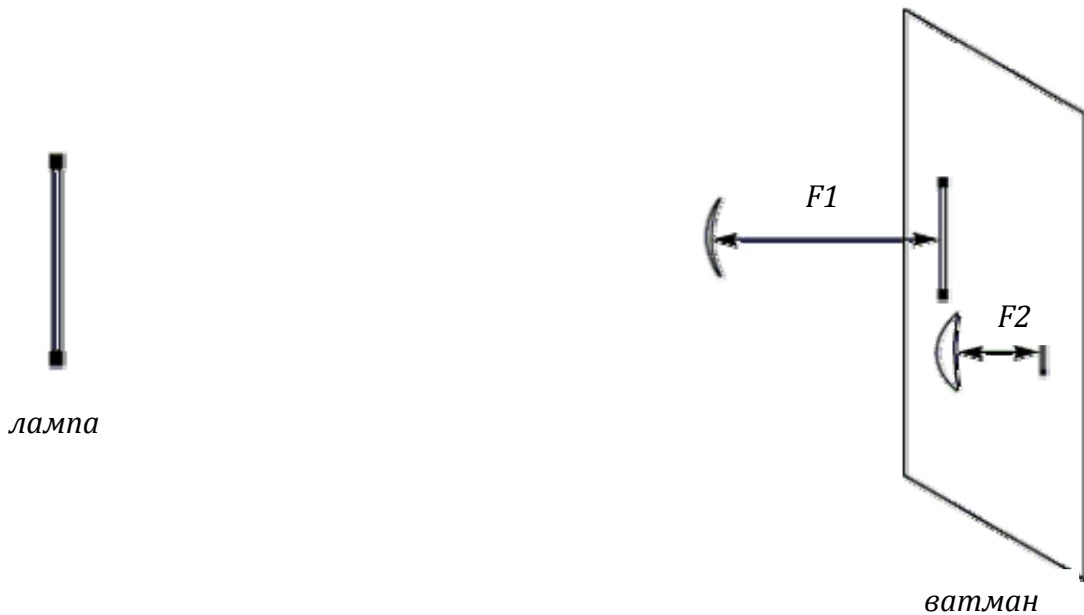


Рис.4.

Мы взяли две одинаковые по диаметру линзы. Одна из них сделана из тонкого стекла и имеет выпуклую и вогнутую сторону (см. Рис.4). При поднесении к странице газеты эта линза увеличивала изображения и буквы. Вторая линза гораздо тяжелее первой и толще в центре, одна из ее сторон очень выпуклая, другая – лишь слегка вогнутая (см. Рис.4). Эта линза гораздо сильнее увеличивает страничку газеты.

В качестве источника света, преломление лучей от которого мы изучили, была взята люминесцентная лампа-трубка длиной около 50 см. Лампу подвесили вертикально в одной части комнаты, на противоположной стене на удобной высоте разместили белый экран, представляющий собой лист ватмана. Держа линзы в руках, на линии лампа-экран мы добились появления резкого изображения лампы на экране от каждой линзы.

Изображение лампы от «тонкой» линзы получилось гораздо большим, чем изображение той же лампы, формируемое «толстой» линзой, при этом «тонкую» линзу пришлось довольно далеко, дальше, чем «толстую», отодвинуть руку с линзой от экрана. Это хорошо согласуется с нашими теоретическими выводами (см. Рис.2) выводами

Если представить, что вместо лампы у нас будет солнце, то в случае с тонкой линзой кружочек солнца на экране получится большего размера, чем от толстой линзы (см. Рис.1, *сравните изображения световых пятен на ватмане*). Следовательно, в последнем случае вся солнечная энергия будет сконцентрирована на гораздо меньшей площади, а значит и нагрев этой площади окажется сильнее.

Вывод: Наибольший нагрев поверхности при выжигании был обнаружен для линзы с наименьшим фокусным расстоянием. Иными словами, нужно брать наиболее выпуклую линзу.

Эксперимент 2. Возьмем две собирательные линзы с одинаковым фокусным расстоянием, но разным диаметром. Диаметр исследуемых линз в нашем случае различался в 2 раза.

Мы снова получили пару изображений лампы на экране от большой и маленькой линзы. При этом оказалось, что обе линзы нужно держать на равном расстоянии от экрана, чтобы получаемое изображение было резким (см. Рис.5).

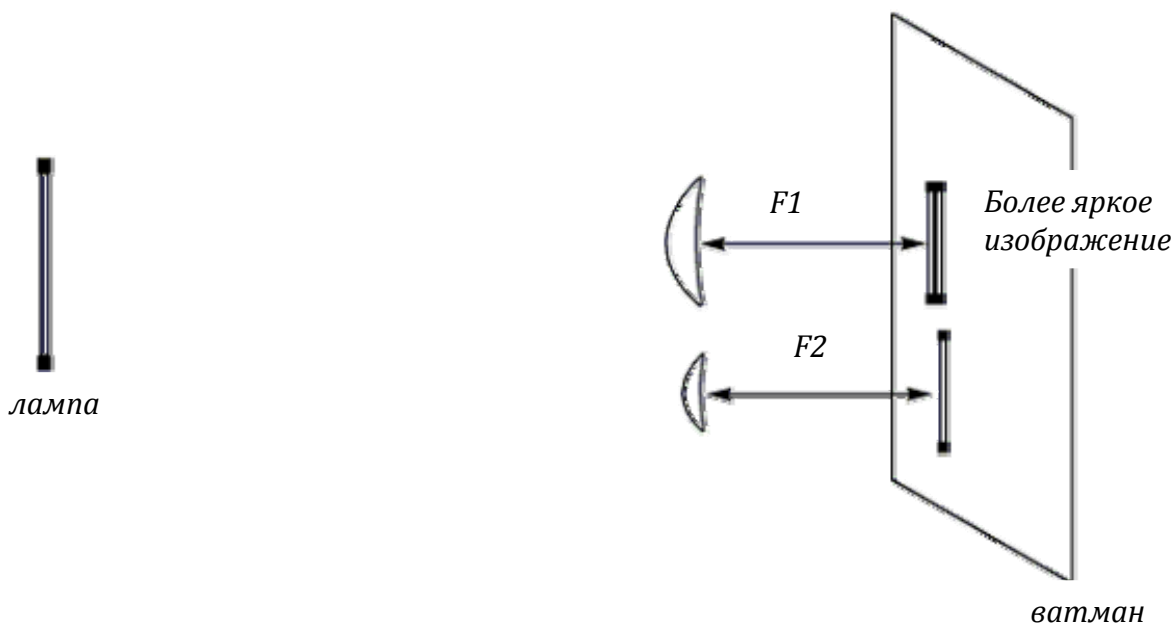


Рис.5

Изображения от обеих линз получились одинакового размера, однако одно было гораздо более ярким, чем второе. Более яркое изображение давала линза большего диаметра.

Вывод: чем больше диаметр линзы – тем больше света она может собрать. Значит, для выжигания нужно выбирать самую большую по величине (диаметру) линзу.

Эксперимент 3 Экспериментально было установлено, что одна и та же линза по-разному выжигает, если ее поворачивать к солнцу разными сторонами - более или менее выпуклой.

Дело в том, что при ориентации к солнцу более выпуклой стороной линза «работает» хуже т.к. часть лучей отражается от поверхности, не преломляясь (см. Рис.6).



Рис.6.

Понятно, что когда часть лучей теряется эффективность снижается.

Вывод: для большей эффективности использования линзы для выжигания, нужно поворачивать её к источнику света менее выпуклой стороной.

Эксперимент 4 Собираем зрительную трубу.

В качестве объектива трубы мы использовали обычное очковое стекло с фокусным расстоянием 14 см. Диаметр продающихся в магазинах оптики очковых стекол составляет 50 мм.

В хозяйственном магазине мы купили полипропиленовую сливную водопроводную трубу длиной чуть больше 14 см и диаметром 50 мм. Среди нескольких труб нужно выбрать возможно более ровную.

Мы закрепили объектив в трубе с помощью кусочков пробки, подплавив полипропилен с помощью нагретого гвоздя. С одной стороны у трубы есть расширение для стыковки со следующей секцией при монтаже водопроводов. В этот конец трубы была вставлена заглушка, купленная в том же хозяйственном магазине. В заглушке высверлили отверстие для окуляра или окулярной линзы.

В качестве окуляра можно использовать небольшую линзу с фокусным расстоянием около 10 см, ее удобно закрепить в заглушке с помощью изоленты. Можно взять окуляр небольшой кратности для школьного микроскопа, в нашем случае мы испытали 8х окуляр, давший удовлетворительный результат.

Внутри трубы, на всю ее длину мы вложили лист черной бархатной бумаги, чтобы избежать бликов и снижения контрастности изображения.

Известно, что увеличение трубы можно рассчитать, разделив величину фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние окуляра. В нашем случае кратность трубы составила:

$$\text{Увеличение трубы} = 140 \text{ мм} / 42 \text{ мм} = 3.3\text{x}$$

Затем мы использовали тот же окуляр, но в качестве объектива взяли очковую линзу большего фокусного расстояния (примерно, 1 м). Эту линзу закрепили на полипропиленовую сливную водопроводную трубу длиной чуть больше 1 м и диаметром 50 мм. В этом случае кратность трубы составила:

$$\text{Увеличение трубы} = 1000 \text{ мм} / 42 \text{ мм} = 24\text{x}$$

Вывод: Таким образом, были изготовлены подзорные трубы с 3-кратным и 24-кратным увеличением. Это значение является наиболее популярным для полевых биноклей и морских труб. Резкость можно регулировать, немного вдвигая или выдвигая из трубы заглушку с окуляром.

Заключение

1. В результате настоящей работы была создана модель зрительной трубы с восьмикратным увеличением и разработаны практические эксперименты для демонстрации физического смысла геометрических построений, привлекаемых для наглядного описания принципов, заложенных в конструкцию зрительной трубы.
2. Экспериментально установлено, яркость наблюдаемого объекта зависит от диаметра объектива зрительной трубы.
3. Обнаружено что, увеличение, даваемое трубой, равно частному фокусного расстояния объектива и окуляра.
4. Разработанные в настоящей работе демонстрационные эксперименты и модель трубы могут быть использованы на уроках физики для наглядного объяснения принципов геометрической оптики.

Практическая значимость

Научившись изготавливать стеклянные линзы, человечество получило в свои руки мощный инструмент для исследования окружающего мира. Создание оптических микроскопа и телескопа оказало революционное влияние на мировоззрение человека.

В настоящее время оптические приборы – модификации зрительных труб и первых микроскопов используются практически повсеместно – в научных исследованиях и в повседневной жизни. Мы постоянно пользуемся линзами и их комбинациями – в очках, объективах фотоаппаратов и сотовых телефонов, термометрах, биноклях и во многом другом.

Используя простые подручные материалы и применив знания по геометрической оптике, каждый любознательный школьник может сделать свою зрительную трубу.

Список литературы

1. Свешников М.П. «Тайны стекла». М.: Государственное издательство Детской литературы Министерства Просвещения РСФСР.- 1946. – с.125-135.
2. Энциклопедия для детей. Физика. Гл. ред.М.Д. Аксёнова. - М.: Аванта+, 2002. - Т.16, Ч.2., стр. 84-88.
3. «Большая книга знаний». Ред. В. Бологова – М.: Махаон, 2011. – с.426-427.
4. Ж. Лебом, К. Лебом и др. «Как это работает:250 объектов и устройств» – М.: Астрель, 2013. – с.89.

УДОСТОВЕРЕНИЕ
НА РАЦИОНАЛИЗАТОРСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

№ 2 ОТ 20.10.2014
(дата подачи)


В соответствии с п. 7 раздела 4 "Положения о рационализаторских предложениях в Республике Татарстан", утвержденного приказом Министерства образования и науки Республики Татарстан от _____ 2014 г. автору (ам)

Ермилову Владимиру Михайловичу
(фамилия, имя, отчество)
ученику 4 класса

на принятое МАОУ "Гимназия №29"
(наименование общеобразовательного учреждения)
Советского р-на г. Казани

_____ К использованию
рационализаторское предложение под наименованием _____
"Самодельная зрительная труба"
(наименование предложения)

Директор общеобразовательного учреждения



"25" декабря 2014 г.
Осин
(подпись)

Акт

внедрения рационализаторского предложения от 20 октября. 2014г № 2 _____

«Самодельная зрительная труба»

Рационализаторское предложение от 18 декабря 2014г. № 2 реализовано в натуре, испытано на практике в течение с октября 2014г. по декабрь 2014г., по адресу: г. Казань, ул. Красная Позиция, д.8а (см. фото в приложениях). Реализованы все поставленные цели, и наглядное пособие принято к использованию (эксплуатации) в МАОУ «Прогимназия № 29» в качестве наглядного учебного пособия по предмету математика начальной школы обучения на кружке «Математическая шкатулка» с 18 декабря 2014г.



Руководитель учреждения

Лонцакова О.П.

