

Научно-исследовательская работа

Физика

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКОНА ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ
ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ СВОИМИ РУКАМИ**

Выполнил:

Федченко Максим Владимирович

учащийся 7 класса

МБОУ СОШ № 15, Россия, г.Апатиты

Коркачева Дина Александровна

Демкина Светлана Александровна,

научные руководители

МБОУ СОШ №15, Россия, г.Апатиты

ВВЕДЕНИЕ

Трудно представить себе жизнь без света. Ведь все живое существует и развивается под влиянием тепла и света. Растения производят кислород под воздействием света, большинство животных и насекомых ведут дневной образ жизни. Жизнь человека в первые периоды его существования – добывание пищи, охота, защита от врагов – была зависима от дневного света. Потом человек научился обращаться с огнем, добывать и поддерживать его, готовить на нем пищу. Но во всех случаях человеческая деятельность не могла и не может протекать без освещения. Очень часто я интересовался, как образуется радуга, почему солнечные «зайчики» бегают по утрам на ковре, как капитан Немо, глядя в перископ, видел все, что происходит на поверхности воды. Используя знания, как распространяется в окружающей среде свет, можно построить разнообразные оптические приборы.

Актуальность: зеркальная поверхность имеет много интересных свойств, которые используют для создания множества иллюзий. Например, в театрах используют плоское стекло, чтобы получить образы призраков в ходе спектакля. Под некоторым углом на сцене устанавливают большое плоское стекло. В углублении, под сценой находится артист, который отражается в этом стекле. Причем артист освещен таким образом, чтобы его одежда, и он сам был виден, но яркость отражения не перекрывала декорации, и он оставался полупрозрачным. Когда прекращается освещение, «призрак» исчезает. Три или большее количество зеркал, установленных в виде призмы с помещенными в этой призме кусочками ярких стеклышек, дают возможность получить калейдоскоп. Это кажется Магией! Но только на первый взгляд. В своей работе я на практике убедился, что в основе всех этих чудесных явлений лежат законы отражения и преломления света. Любознательному человеку всегда интересно знать, как что устроено, а сделать самому – вдвойне интересно.

Изучение информационных источников, уточнение темы: в процессе работы над данной темой была проанализирована основная учебная и учебно-популярная литература, которая позволила осуществить выполнение учебно-

исследовательской работы. Знакомство с литературой было начато с книги Рыжикова С.Б. «Загадки оптики. Занимательная физика». Книга рассказывает о проявлении законов оптики в окружающем нас мире: почему бассейн с водой кажется мельче, чем на самом деле, каким образом лупа увеличивает или уменьшает, отчего возникают миражи, радуга, гало, почему мыльные пузыри сияют всеми цветами радуги. Много интересной информации я нашел в книге Слюсарева Г.Г. «О возможном и невозможном в оптике». А также в этой книге опубликован ориентировочный список литературы, что очень помогло в составлении собственного списка по конкретной теме.

Объект исследования: свет

Предмет исследования: закон отражения света.

Для проведения исследования была выдвинута гипотеза: если изучить природу света и закон отражения света, то можно полученные знания применить на практике – изготовить оптические приборы, и еще раз убедиться, что законы физики – это объективная реальность.

Цель исследования: изготовление оптических приборов.

Исходя из цели, были поставлены следующие **задачи:**

1. Собрать информацию по теме исследования.
2. Изучить закон отражения света.
3. Изготовить оптические приборы: калейдоскоп, перископ, катафот, зеркальный шар.
4. Смоделировать фокус с говорящей «отрубленной» головой.
5. Проанализировать результаты и сделать выводы.

Методы исследования: теоретические (анализ и синтез), экспериментальные (моделирование и конструирование), математические (геометрическая оптика).

Прикладная значимость: калейдоскоп может стать отличным подарком. Цвета калейдоскопа оказывают целительное лечебное действие, помогают улучшить самочувствие, настроение и даже эффективность работы. Терапевтически доказано, что 15 минут рассматривания картинок калейдоскопа оказывают релаксирующее действие, сравнимое с 5 минутами здорового смеха.

Перископ дает возможность видеть буквально сквозь непрозрачные предметы, может быть использован для обзора входной двери, для освещения помещения естественным светом, для обзора труднодоступных мест – чердака, колодца. Катафоты, фликеры, светящиеся дорожные знаки и дорожную разметку применяют в жизни для безопасного передвижения по дорогам, они важны для человека, можно и нужно их применять в повседневной жизни. Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют для проведения дискотеки. «Чудо» в виде «отрубленной» головы показывалось в странствующих по провинции «музеях» и «паноптикумах». Секрет прост до смешного, но пока не узнаешь, в чем он заключается, теряешься в догадках.

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Закон отражения света

Опытным путем было установлено, что свет нагревает тела, на которые он падает. Следовательно, он передает этим телам энергию. Одним из видов теплопередачи является излучение. Свет – это видимое излучение.

Линия MN – поверхность раздела двух сред (воздух, зеркало). На эту поверхность из точки A падает пучок света. Его направление задано лучом AO . Направление отраженного пучка показано лучом OB . Луч AO – падающий луч, луч OB – отраженный луч. Из точки падения луча O проведен перпендикуляр OC к поверхности MN .

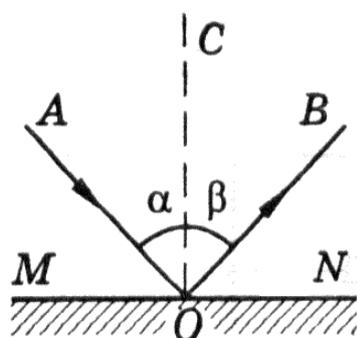


Рис. 1. Отражение света от зеркальной

Угол AOC , образованный падающим лучом AO и перпендикуляром, называется углом падения (α). Угол COB , образованный тем же перпендикуляром OC и отраженным лучом, называется углом отражения (β).

При изменении угла падения луча будет меняться и угол отражения. Это явление удобно наблюдать на специальном приборе –

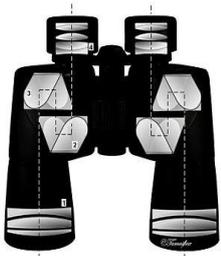
лимбе. На диск нанесена круговая шкала с ценой деления 10° . По краю диска можно передвигать осветитель, дающий узкий пучок света. Закрепим в центре диска зеркальную пластинку и направим на нее пучок света. Если пучок света падает под углом 45° , то под таким же углом он и отражается от зеркала. Передвигая осветитель по краю диска, будем менять угол падения луча и каждый раз отмечать соответствующий ему угол отражения. Во всех случаях угол отражения равен углу падения луча. Таким образом, отражение света происходит по следующему закону: луч падающий и отраженный лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным к границе раздела двух сред в точке падения луча. Угол падения α равен углу отражения β .

Законы отражения и преломления света были сформулированы Евклидом еще в III веке до нашей эры.[5]



Фото 1. Изучение закона отражения света с помощью прибора лимба.

1.2. Применение закона отражения света



Бинокль

Оптический прибор, состоящий из двух параллельно расположенных соединённых вместе зрительных труб, для наблюдения удалённых предметов двумя глазами: за счёт этого наблюдатель видит стереоскопическое изображение.



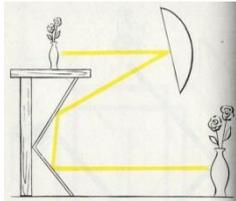
Перископ

Оптический прибор с системой зеркал, наподобие бинокля, позволяющий обитателям подводной лодки видеть то, что происходит на поверхности.



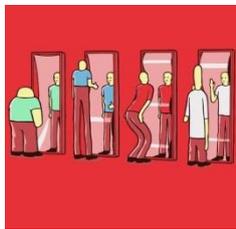
Угловой отражатель

Прибор, предназначенный для изменения направления и интенсивности потока энергии, разработанный трехгранным углом с взаимно перпендикулярными отражающими плоскостями.



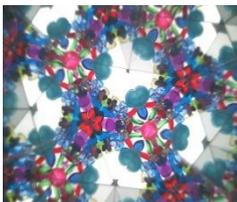
Оптические иллюзии

Благодаря зеркалам создается впечатление, что по сцене театра движутся маленькие человечки или предметы.



Кривые зеркала

Началу кривым зеркалам положено с производственного брака при изготовлении обычных зеркальных поверхностей..



Калейдоскоп

Трубка с зеркальными пластинками и осколками разноцветного стекла, в которой можно наблюдать быстро сменяющиеся симметричные цветовые узоры.



Огранка драгоценных камней

Драгоценные камни в естественном виде без огранки редко выглядят привлекательно. Способы обработки драгоценных камней придают им оригинальную форму и неповторимое свечение.



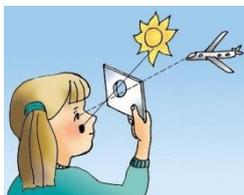
Зеркальный шар для дискотеки

Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют для проведения дискотеки.



Зеркальная плитка

зеркальная плитка изготавливается из ударопрочного влагостойкого зеркального стекла путем нарезки полотна на элементы нужной формы и размера с последующей обработкой кромок в целях безопасности.



Подача сигналов бедствия в автономной ситуации

Зеркало – им можно пускать блики и солнечные «зайчики», которые заметны на очень большом расстоянии. [1]

ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рассматривая применение закона отражения света в быту, больше всего меня заинтересовали калейдоскоп, перископ, катафот, диско-шар. Калейдоскоп – красиво! Катафот, перископ – полезно! Диско-шар – весело! Фокус – волшебно!

2.1. Изготовление калейдоскопа с зеркальными полосками (пластинами)

Цель: изготовить калейдоскоп.

Калейдоскоп - это оптический прибор, в основе действия которого лежит принцип отражения света от плоских зеркал, образующих между собой угол. Самая главная деталь калейдоскопа - трехгранная зеркальная призма. Если нет зеркала, то можно использовать обычные стекла, окрашенные с одной стороны черной краской, в таком случае окрашенная сторона должна быть снаружи. Грани призмы необходимо закрепить. Затем призму помещают в цилиндр. Концы цилиндра закрывают, с одной стороны – это матовое стекло, с другой стороны – прозрачное. Откуда же берутся узоры?! Между стеклами необходимо разместить «узорную камеру», именно туда помещаются бусины и стекляшки, которые многократно отражаясь, дают неповторимые узоры. [4]

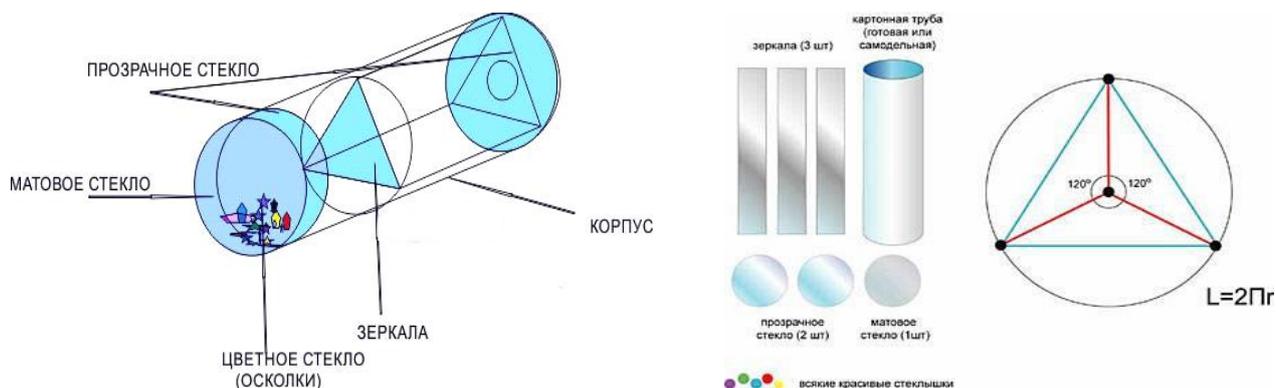


Рис. 2. Устройство калейдоскопа

диаметром 4 см, три зеркальных полоски, пара прозрачных пластиковых дисков диаметром 5,5 см (можно вырезать диски из пищевого контейнера), крышка из под крема, в которой посередине должно быть сделано отверстие, разноцветные бусинки, стразы, бисер или цветные прозрачные шарики, упаковочная бумага для украшения трубки, картон, изолента, линейка, клей.

Ход работы:

1. Берем три зеркальные полоски длиной 21 см, а шириной 2,5 см. (Размеры полосок должны быть на 1,5-2 см меньше размеров трубки).
2. Складываем из зеркал треугольную призму и фиксируем ее изолентой. Помещаем призму в трубку таким образом, чтобы на одной стороне калейдоскопа концы призмы и трубки совпадали, а на другой оставалось место для помещения узорной камеры. На том конце, где призма и трубка совпадают, закрепляем крышку, в которой вырезано отверстие.
3. Затем создаем узорную камеру. Для этого используем два пластиковых кружка. Помещаем один пластиковый кружок в трубу — он должен упереться в призму. Насыпаем в получившийся контейнер разноцветные блестящие предметы. Закрываем контейнер вторым пластиковым кружком. Получилась узорная камера. Её в любое время можно открыть ее и добавить еще каких-нибудь интересных мелочей.
4. Оборачиваем трубку упаковочной бумагой и закрепляем ее с помощью скотча. Калейдоскоп готов (*Приложение 6 на CD. Видеофрагмент: узоры*)

Вывод: калейдоскоп изготовлен. Совершенно невероятная вещица стала оригинальным подарком. Теперь для меня не тайна, что это получается с помощью зеркал. Калейдоскоп для меня стал предметом любознательности, а сделанный своими руками - предметом гордости! (*Приложение 1*)

2.2. Изготовление перископа

Цель: изготовить перископ

Перископ – (от греческого *periskopéo* – смотрю вокруг, осматриваю), оптический прибор для наблюдения из укрытий (окопов, блиндажей и др.), танков, подводных лодок.

Первое упоминание перископа связано отнюдь не с военным применением. В 1430 году

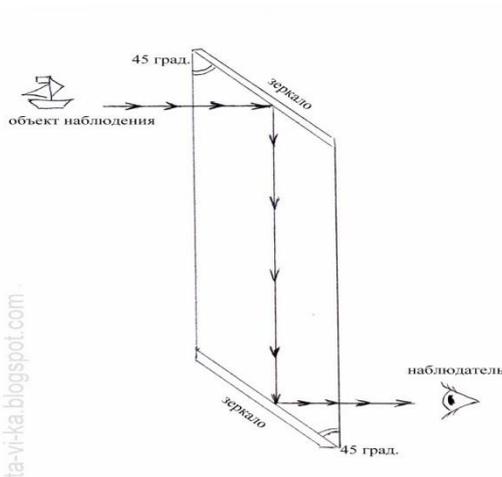
Иоганн Гутенберг, более известный как изобретатель книгопечатания, наладил продажу перископов паломникам, которые собирались на традиционный религиозный фестиваль в Аахене (город в центральной части Германии), чтобы они могли смотреть поверх огромной толпы. На палку были прикреплены под углом 45° два осколка зеркала.

в 17-м веке ситуация изменилась. Перископ начали использовать при осаде крепостей для слежения за осаждающими, не рискуя быть поражёнными стрелой или арбалетным болтом.

А в середине 19-го века, когда во многих государствах стали предприниматься массовые попытки строительства подводных судов, перископ практически сразу стал их составной частью. Французский ученый Ипполит Мария-Дэви в 1854 году предложил морской перископ, состоящий из трубы и двух развернутых под углом 45° зеркал.

Его устройство как нельзя лучше подходило для слежки за обычными надводными судами. Причём наблюдение можно было вести скрытно, не всплывая на поверхность, а это важнейшее требование при ведении военных действий. [2]

Принцип работы перископа



Луч света от объекта, попадающий на верхнее зеркальце, отражается под прямым углом вниз и попадает уже на нижнее зеркальце. А нижнее зеркало отражает его прямо в глаз смотрящему. Поэтому то, что находится сверху, отражаясь, становится видимым наблюдателю снизу.

Рис. 3. Устройство перископа

Материалы и оборудование: два зеркала, узкая длинная коробка или упаковка прямоугольной формы, ножницы, клей

Ход работы:

1. Берём упаковку.
2. Вырезаем из упаковки три составляющих части (одна длинная, две - короткие)
3. В короткую часть корпуса вставляем зеркало под углом 45° к вертикальной оси. Состыковываем эту часть с длинной частью под углом 90° и склеиваем.
4. В другую короткую часть вставляем зеркало под углом 90° и состыковываем эту часть с другого конца длинной упаковки также под углом 90° , склеиваем.
5. Обклеиваем перископ двусторонним скотчем. Перископ готов.

Вывод: простейший перископ изготовлен. Он может быть использован для обзора труднодоступных мест. (Приложение 2)

2.3. Изготовление макета звена катафота

Цель: изготовить макет звена катафота.

Катафотами называют различные световозвращатели, которые отражают

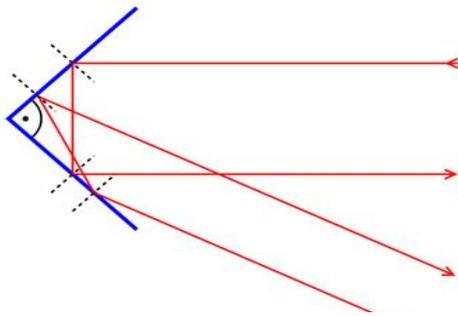


Рис. 4. Устройство углового отражателя

падающий свет не куда попало, а в сторону источника света. Поэтому простое зеркало не является катафотом.

Различаются величиной рабочего угла световозвращения, цветом отражённого света, материалом основы (пластик, ткань и т.п.). [2]

Материалы и оборудование: пластиковое зеркало, пластиковые уголки, линейка, канцелярский нож, клей.

Ход работы:

1. Лист пластикового зеркала размечаем и нарезаем на кубики $2,5 \times 2,5$ см
2. Лист пластикового зеркала размечаем и нарезаем зеркальные полосы – ступени ($2,5 \times 5$ см, $2,5 \times 10$ см, $2,5 \times 15$ см).
3. Подготавливаем основу из пластика.
4. Приклеиваем к основе зеркальные полосы-ступени.

Каждый из тех, кто любит кататься на велосипеде, особенно в сумерках, просто обязан - в целях собственной безопасности - иметь на колесах своего транспортного средства специальные приспособления - катафоты. Они помогут избежать неприятных, а иногда и трагических ситуаций в тот момент, когда произойдет неожиданная встреча с внезапно появившемся автомобилем. Попадая в свет фар встречной машины, катафот начинает ярко светиться, бликовать, и водитель не сможет не заметить велосипедиста. В чем же заключается волшебное свойство катафота, который, не имея источника света,

тем не менее, может подать световой сигнал? Оказывается, и в этом случае математика (в данном случае геометрическая оптика) приходит на помощь человеку, помогая создать простое устройство - уголкового отражатель. Естественно, с увеличением количества этих удивительных «приспособлений» соответственно увеличивается и площадь отражения, позволяя использовать уголковые отражатели не только в авто- и велокатафотах, но и в топосъемке, строительстве, радиоэлектронике и космической технике. На сегодняшний день существует множество видов светоотражающих элементов:

- ✓ фликер-значок (машинки, смайлики, сердечки). Значок можно прикрепить к рукаву куртки, на детскую шапочку, на рюкзак школьника;
- ✓ светоотражающий браслет. Светоотражающий браслет в развернутом состоянии похож на линейку, а при легком хлопке по запястью, оборачивается вокруг него;
- ✓ светоотражающие наклейки. Светоотражающие наклейки надежно приклеиваются на любые поверхности. Они могут быть разных цветов, размеров и форм.
- ✓ светоотражающий брелок. Светоотражающие брелоки крепятся к любому замочку или связке ключей. Представлены в виде катафотов, имеют разный цвет, размеры и формы.
- ✓ светоотражающая лента. Эта деталь пришивается на рукава курток и другой верхней одежды в виде нарукавных повязок. Чаще всего ленту носят в виде вертикальных и горизонтальных полос, и справа, и слева. [3]

Вывод: макет звена катафота изготовлен. Катафоты, дорожные знаки, дорожные разметки, специальные светоотражающие наклейки, нашивки на детскую одежду, рюкзаки, коляски делают из множества мелких уголковых отражателей. Изготавливаются они из стекла или пластмассы. (*Приложение 3*)

2.4. Изготовление шара для дискотеки

Цель: изготовить диско-шар.

Зеркальный шар, отбрасывая множество отблесков, создает атмосферу праздника и веселья. Его используют как для проведения дискотеки, так и для украшения квартиры. Устроить такую дискотеку можно и в собственном доме, и в школе.[6]

Материалы и оборудование: пластиковый новогодний шар, пластиковое зеркало, компакт – диск, ножницы, клей, шестеренчатый механизм (редуктор с электромоторчиком), циферблат часов, батарейка, три светодиодных фонарика

Ход работы:

1. Нарезаем зеркальный пластик на мелкие квадратики
2. Обмазываем клеем поверхность шара
3. Обклеиваем шар зеркальными квадратиками на близком расстоянии друг от друга
4. Устанавливаем редуктор
5. Вставляем компакт - диск на ось редуктора
6. Прикрепляем готовый диско - шар на диск к оси редуктора
7. Крепим по краям циферблата светодиодные фонарики

Вывод: диско-шар изготовлен. Я его использую для украшения квартиры, оформленной в подходящем стиле для вечеринки. (Приложение 4)

2.5. Моделирование фокуса с «отрубленной» головой

Цель: смоделировать фокус с «отрубленной» головой

Непосвященного фокус положительно ошеломляет: вы видите перед собой небольшой столик с тарелкой, а на тарелке лежит ... живая человеческая голова. Под столиком спрятать туловище как будто негде. Хотя подойти вплотную к столу нельзя, - вас отделяет от него барьер, - все же вы ясно видите, что под столом ничего нет.[7]

Материалы и оборудование: ламинат, фанера, ковровое покрытие, зеркала, картон, пластиковая тарелка, кукла.

Ход работы:

1. Изготавливаем каркас комнаты с совершенно одинаковыми стенами, пол застилаем ковровым покрытием с геометрическим рисунком
2. Изготавливаем стол со съёмной столешницей, между ножками стола ставим по зеркалу, чтобы пространство под ним казалось издали пустым
3. Прикрепляем к пластиковой тарелке куклу и устанавливаем ее на столешнице

Вывод: фокус смоделирован. Его можно продемонстрировать с человеком 1 апреля на концерте, посвященном Дню смеха. (*Приложение 5*)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гипотеза, выдвинутая в начале работы, подтвердилась. Цель достигнута. В дальнейшем я намереваюсь продолжить изучение светового излучения, рассмотреть применение на практике закона преломления света.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Литература

1. Рыжиков С.Б. Загадки оптики. Занимательная физика. М.: Олма-Пресс, 2014.
2. Слюсарев Г.Г. О возможном и невозможном в оптике. М.: URSS, 2008.
3. Михайлова Л. Почему? Потому! Простые ответы на сложные вопросы. М.: ЭКСМО, 2010.
4. Перельман Я.И. Оптические иллюзии. М.: Кристалл, 2016.

Интернет-ресурсы

5. Учебник физики 7-8-9 классы [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.fizika.ru/kniga/index.php?theme=14> (20.02.2017)
6. Игрушки своими руками [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.toysew.ru/raznoe/delaem-kalejdoskop.html> (15.03.2017)
7. Мир самоделок [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://samodelka.info/samodelki-dlya-detey/kaleydoskop-svoimi-rukami.html> (04.04.2017)

Приложение 1

Изготовление калейдоскопа



Фото 1. Подготавливаем зеркальные заготовки калейдоскопа



Фото 2. Складываем треугольную призму



Фото 3. Обматываем призму изолентой

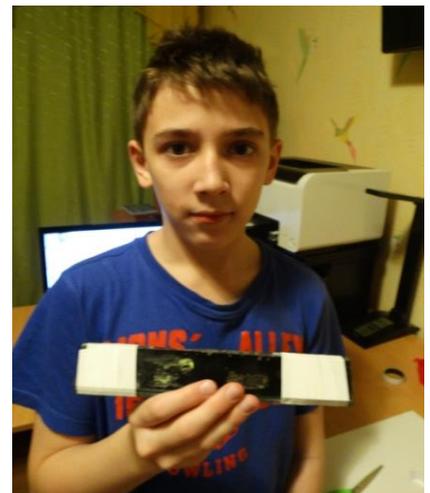


Фото 4. Призма в сборке



Фото 5. Вырезаем отверстие в крышке



Фото 6. Вставляем призму в цилиндр



Фото 7. Узорная камера калейдоскопа



Фото 8. Калейдоскоп готов



Фото 9. Узоры

Изготовление перископа

Приложение 2



Фото 1. Подготавливаем зеркальные заготовки перископа



Фото 2. Вставляем зеркала в пластиковую упаковку



Фото 3. Собираем конструкцию из трех труб



Фото 4. Фиксируем зеркала вокруг конструкции



Фото 5. Обклеиваем перископ скотчем



Фото 6. Проводим испытания прибора

Приложение 3

Изготовление макета звена катафота



Фото 1. Использование светоотражателей



Фото 3. Подготавливаем основу

Фото 2. Размечаем и нарезаем лист
пластикового зеркала на полосы-
ступени



Фото 4. Приклеиваем зеркальные
полосы-ступени к основе

Фото 5. Макет звена катафота собран

Приложение 4

Изготовление диско-шара



Фото 1 . Обклеиваем шар
зеркальными квадратиками



Фото 2 . Устанавливаем редуктор



Фото 3 . Крепим компакт-диск к оси редуктора



Фото 4 . Прикрепляем шар к оси редуктора



Фото 5. Крепим светодиодный фонарик



Фото 6. Проведем эксперимент

Приложение 5

Моделирование фокуса с отрубленной головой



Фото 1. Изготавливаем каркас



Фото 2. Скрепляем каркас с
основанием



Фото 3. Изготавливаем стол

Фото 4. Моделируем фокус