



# Экспериментариум «Геометрическая оптика»

Ерошин Виталий  
Киселева Екатерина  
Кобызев Илья  
Перминова Дарья  
Рябинин Иван  
Салятов Юрий

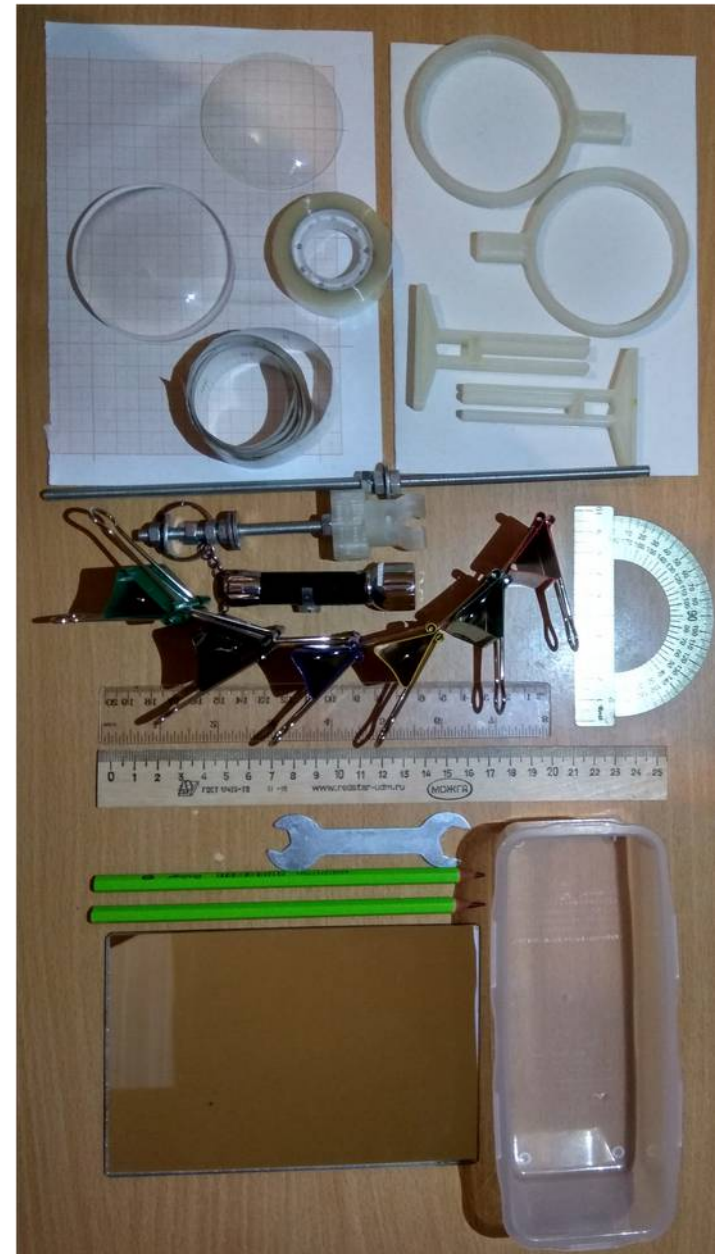
Руководитель:  
Перминов  
Андрей Олегович



Средняя школа №2 г. Дзержинска  
с углубленным изучением предметов физико-математического цикла

# Состав комплекта

- Лазерная указка — фонарик - 1 шт
- Плоское зеркало - 1 шт
- Кювета для воды - 1 шт
- Линза собирающая - 1 шт
- Линза рассеивающая - 1 шт
- Карандаши - 2 шт
- Транспортир - 1 шт
- Линейки - 2 шт
- Мерная лента - 1 шт
- Лист миллиметровки - 1 шт
- Лист картона - 1 шт
- Крепление лазера - 1 шт
- Крепления линз - 2 шт
- Стойки для зеркала - 2 шт
- Канцелярские прищепки - 6 шт
- Скотч - 1 шт
- Гаечный ключ - 1 шт



# Распределение ролей



**Спикер:** Дарья

**Дизайнер:** Екатерина, Дарья



**Инженер-конструктор:** Виталий, Илья, Екатерина, Дарья, Иван, Юрий

**Логист:** Виталий

**Экономист:** Виталий



**Методист:** Виталий, Илья, Екатерина, Дарья, Иван, Юрий



# Эксперименты

## 1. Изображение предмета в плоском зеркале (Екатерина)

- плоское зеркало
- два карандаша



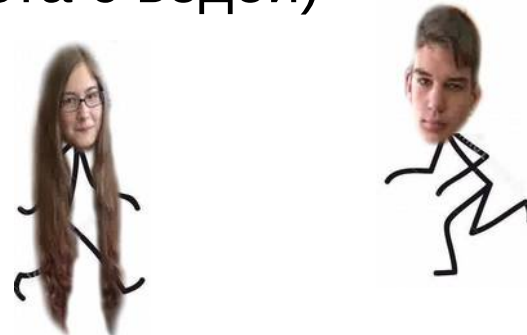
## 2. Изучение закона отражения света (Виталий, Илья, Иван)

- плоское зеркало
- лазерная указка



## 3. Изучение закона преломления света (Дарья, Юрий)

- плоскопараллельная пластина (кювета с водой)
- лазерная указка



# Эксперимент №1

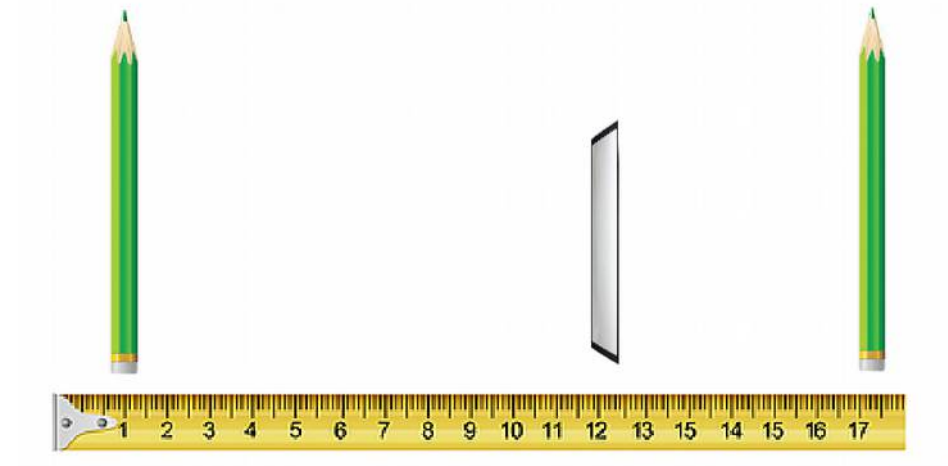
## Изображение предмета в плоском зеркале

### Цель -

убедиться, что предмет и его изображение находятся на одинаковом расстоянии от плоского зеркала

### Задание -

передвигая карандаш, находящийся перед зеркалом, добиться одинаковой толщины его изображения в плоском зеркале и карандаша, находящегося за зеркалом, после чего сравнить расстояния от карандашей до зеркала



# Эксперимент №1

## Изображение предмета в плоском зеркале

	Расстояние от зеркала до карандаша за зеркалом, см	Расстояние от зеркала до карандаша перед зеркалом, см			Результат измерения расстояния от зеркала до карандаша перед зеркалом		
					Среднее расстояние, см	Абсолютная погрешность, см	Относительная погрешность
1	5				±		
2	10				±		
3	15				±		
4	20				±		
5	25				±		

### Вывод:

- В ходе работы я ... *(что именно делал(а))*
- В результате работы получилось, что ...

# Эксперимент №2

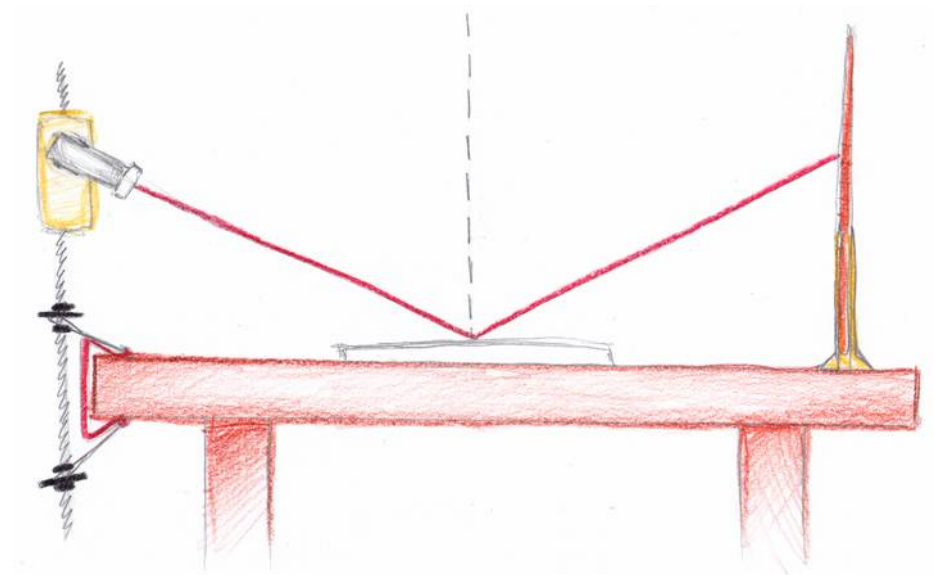
## Экспериментальная проверка закона отражения света

### Цель -

убедиться, что при отражении света от плоского зеркала угол отражения равен углу падения

### Задание -

с помощью измерений составить пропорцию для прямоугольных треугольников, образованных лучами лазера



# Эксперимент №2

## Экспериментальная проверка закона отражения света

Опыт	Высота лазера (H)	Расстояние от лазера до центра зеркала (d)	Расстояние от центра зеркала до миллиметровки (f)	Высота изображения на миллиметровке (h)	d / H	f / h
1	±	±	±	±	±	±
2	±	±	±	±	±	±
3	±	±	±	±	±	±
4	±	±	±	±	±	±
5	±	±	±	±	±	±

### Вывод:

- В ходе работы я ... *(что именно делал(а))*
- В результате работы получилось, что ...



# Эксперимент №3

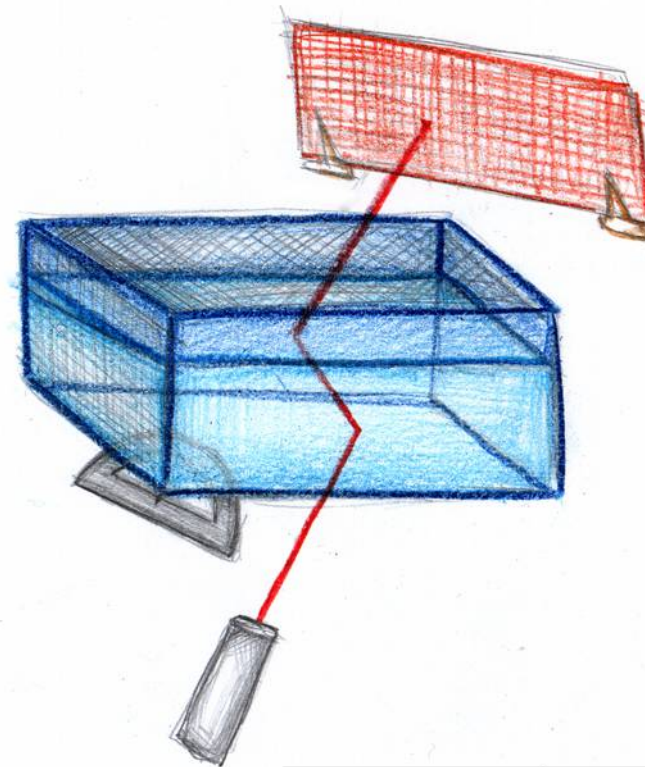
## Измерение показателя преломления воды с помощью исследования смещения луча света в плоскопараллельной пластине

### Цель -

исследуя смещения луча света при прохождении им кюветы с водой, измерить показатель преломления воды

### Задание -

поворачивая кювету относительно луча лазера, добиться смещения изображения лазера на миллиметровке, измерить угол и смещение, после чего рассчитать показатель преломления воды



$$n = \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{\cos^2 \alpha}{\left(1 - \frac{L}{H \sin \alpha}\right)^2}}$$

# Эксперимент №3

Измерение показателя преломления воды с помощью исследования смещения луча света в плоскопараллельной пластине

по закону Снелла:  $\sin \alpha = \sin \beta \cdot n$

из чего:  $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$

из геометрических соображений:  $L = \sin(\alpha - \beta) \cdot \frac{H}{\cos \beta}$

по формуле синуса суммы углов:

$$L = (\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha) \cdot \frac{H}{\cos \beta}$$

переносим  $H$ :

$$\frac{L}{H} = \frac{\sin \alpha \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} = \sin \alpha - \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \cos \alpha$$

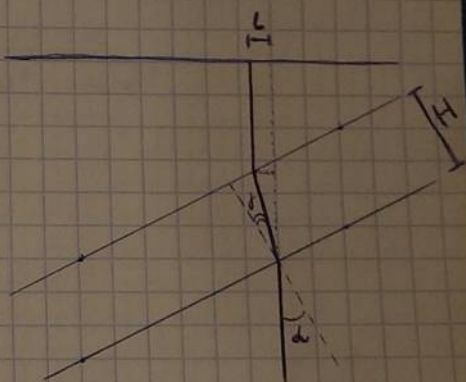
делим все на  $\sin \alpha$ :

$$\frac{L}{H \cdot \sin \alpha} = 1 - \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

Помним, что  $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$ :

$$\frac{L}{H \cdot \sin \alpha} = 1 - \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

А еще, что  $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$ :

$$\frac{L}{H \cdot \sin \alpha} = 1 - \frac{\sin \alpha}{n \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$


# Эксперимент №3

Измерение показателя преломления воды с помощью исследования смещения луча света в плоскопараллельной пластине

$$\frac{L}{H \cdot \sin \alpha} = 1 - \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \cdot \sin \alpha} = 1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$$

$$\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} = 1 - \frac{L}{H \cdot \sin \alpha}$$

Возведем в квадрат:

$$n^2 - \sin^2 \alpha = \left(1 - \frac{L}{H \cdot \sin \alpha}\right)^2$$

$$n^2 = \sin^2 \alpha + \left(1 - \frac{L}{H \cdot \sin \alpha}\right)^2$$

$$n = \sqrt{\sin^2 \alpha + \left(1 - \frac{L}{H \cdot \sin \alpha}\right)^2}$$

← Это и есть окончательная формула.

# Эксперимент №3

## Измерение показателя преломления воды с помощью исследования смещения луча света в плоскопараллельной пластине

	Угол поворота кюветы, градусы	L - смещение точки, мм	n - показатель преломления	Среднее значение n	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
1	5			±		
2	10					
3	20					
4	30					
5	35					

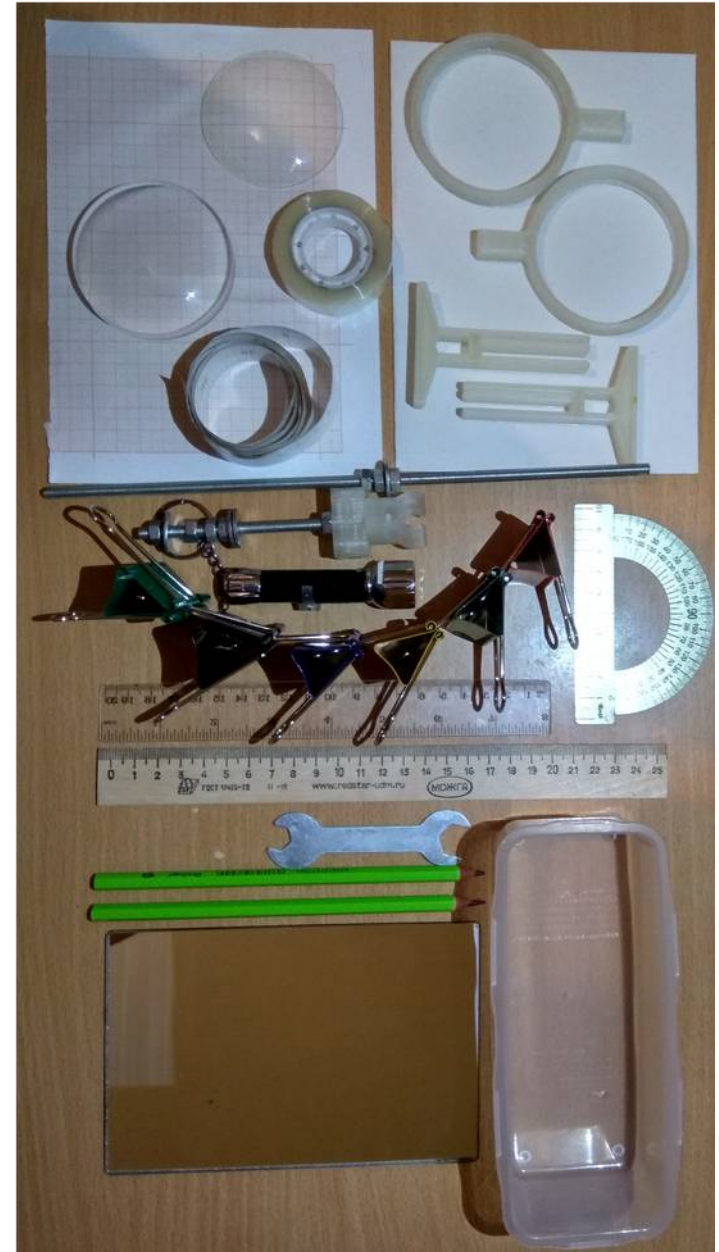
### Вывод:

- В ходе работы я ... (что именно делал(а))
- В результате работы получилось, что ...

# Себестоимость

Лазерная указка — фонарик	-150 руб
Плоское зеркало	-200 руб
Кювета для воды	-52 руб
Линза собирающая	- подарили
Линза рассеивающая	- в Оптике
Карандаши	- 2 шт по 4 руб
Транспортир	- 8 руб
Линейки	- 2 шт по 10 руб
Мерная лента	- взяли в IKEA
Лист миллиметровки	- 2 руб
Лист картона	- 2 руб
Крепление лазера	- напечатаны
Крепления линз	- на
Стойки для зеркала	- 3D-принтере
Канцелярские прищепки	- 6 шт по 18 руб
Скотч	- 18 руб
Гаечный ключ	- 30 руб

**598 руб**



# **Эксперименты, которые можно еще сделать с нашим набором**

## **1. Исследование полного внутреннего отражения**

- лазерная указка
- кювета с водой

## **2. Изучение свойств линзы в воде**

- собирающая линза
- кювета с водой
- маленький предмет

## **3. Экспериментальная проверка формулы линзы**

- собирающая линза
- фонарик
- экран





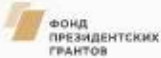
## **4. Измерение толщины зеркала**

- плоское зеркало
- лазер
- экран

[https:// oshio.ru / dzerzhinsk](https://oshio.ru/dzerzhinsk)

Дзержинск – ОШИО

https://oshio.ru/dzerzhinsk/ 67% Поиск

 О проекте Конкурс Медиатека    [Онлайн практикумы](#)  ФОНД ПРЕЗИДЕНТСКИХ ГРАНТОВ

Средняя школа №2 г. Дзержинска  
с углублённым изучением предметов физико-математического цикла

## Экспериментариум “Геометрическая оптика”

*“Интерес к предмету повышает внимание,  
облегчает понимание и, следовательно,  
способствует более сознательному и  
прочному усвоению...”*  
Яков Исидорович Перельман  
“Занимательная физика”

