#### Lenses Virtual Lab using PhET Geometric Optics Materials:

Name\_\_\_\_\_

Computer, Internet connection, and ruler Hour \_ Objectives:

• To demonstrate the formation of images from convex and concave lenses.

- To identify the type of image formed by convex and concave lenses.
- To confirm the lens equations.

# Виртуальная лаборатория линз с использованием геометрической оптики PhET Имя\_\_\_\_\_

#### Материалы:

Компьютер, подключение к Интернету и линейка

Цели:

- \* Продемонстрировать формирование изображений в выпуклых и вогнутых линзах.
- \* Определить тип изображения, образованного выпуклыми и вогнутыми линзами.
- \* Подтвердить формулу тонкой линзы.

## Procedure: Convex Lens

- 1. Go to PhET Simulations to Play with Sims to Physics to Light and Radiation to Geometric Optics to Run Now!
- 2. Take some time to play with the simulation to get familiar with how it works.
- 3. Maximize your screen. <u>Warning:</u> For the measurements taken in this lab, the ruler in the PhET program will not work. Therefore, we will use a standard ruler measuring from the computer monitor. The scale used to make these measurements will change from computer to computer so once you start, you must finish.
- 4. In this lab, you will be moving the object to analyze how images are formed. When you are ready to get started be sure that your settings are as follows:

Тема: Выпуклая Линза

1. Перейдите в Phet Simulations!

2. Потратьте некоторое время на то, чтобы поиграть с моделью с целью ознакомиться с тем, как это работает.

3. Увеличьте ваш экран. Предупреждение: для измерений, проведенных в этой лаборатории, линейка в программе PhET работать не будет. Поэтому мы будем использовать стандартную линейку, измеряющую с монитора компьютера. Шкала, используемая для этих измерений, будет меняться от компьютера к компьютеру, поэтому, вы должны начнете должны закончить работу на одном компьютере.

4. В этой лаборатории вы будете перемещать объект, чтобы проанализировать, как формируются изображения. Когда вы будете готовы начать работу, убедитесь, что ваши настройки следующие:



- 5. Using the ruler, measure the distance from x to the center line of lens. Record in Data Table 1 as f. Double this value and record as 2f.
- 6. Measure the height of object (ho) and record.
- 7. Place the yellow arrow beyond 2f.
- 8. In Data Table 2, record do, di, hi and your observations of the image.
- Move the yellow arrow to 2f. Record in Data Table 2 Your measurements for do, di, hi and your observations of the image.
- 10. Move the yellow arrow to between 2f and f. Record in Data Table 2 Your measurements for do, di, hi and your observations of the image.
- 11. Place the yellow arrow at f. Record your observations. (Having trouble locating image, check your ray diagram sheet) Record your observations in Table 2.
- 12. Move the yellow arrow to a position that is halfway between f and the lens. If you can't locate the image, check the box next to Virtual Image. Record your observations in Table 2.

5. С помощью линейки измерьте расстояние от х до центра линзы. Запишите в таблицу данных 1 как f. Удвойте это значение и запишите как 2f.

6. Измерьте высоту объекта (ho) и запишите в таблицу.

7. Поместите желтую стрелку за 2f.

8. В таблице 2 запишите do, di, hi, и ваши наблюдения над изображением.

9. Переместите желтую стрелку в положение 2f. Запишите в таблице данных 2 ваши измерения для do, di, hi и ваши наблюдения за изображением.

10. Переместите желтую стрелку в положение между 2f и f. Запишите в таблицу данных 2 Ваши измерения для do, di, hi и ваши наблюдения за изображением.

11. Переместите желтую стрелку в F. Запишите свои наблюдения. (Если у вас возникли проблемы с определением местоположения изображения, проверьте ход лучей на диаграммы) запишите свои наблюдения в таблицу 2.

12. Переместите желтую стрелку в позицию, которая находится посередине между F и линзой. Если вы не можете найти изображение, установите флажок рядом с виртуальным изображением. Запишите свои наблюдения в таблицу 2.

#### Data:

Table 1			
Focal length, f			
2f			
Height of object, ho			

Table 2						
Position of Object	Beyond 2f (cm)	At 2f (cm)	Between 2f and f (cm)	At f (cm)	Between f and lens (cm)	



do			
di			
hi			
Type of image:			
real, none, or			
virtual			
ІИП			
изооражения:			
мнимое			
Direction of			
image: inverted			
or upright			
Направление			
изображения:			
перевернутое			
или прямое			

## Concave Lens:

- 1. Go to the following interactive at "The Physics Classroom": http://goo.gl/iN0zfm
- 2. Choose the Diverging Lens (Concave)

LENS Converging

Diverging

- 3. Place your chosen object at 2f. Record f, do, di, hi, and ho into Trial 1 in Data Table 3.
- 4. Place your chosen object at f. Record f, do, di, hi, and ho into Trial 2 in Data Table 3.

#### Вогнутая Линза:

1. Перейдите в следующий интерактивный раздел "класс физики": http://goo.gl/iN0zfm

2. Выбрать рассеивающая линза (вогнутая)

3. Поместите выбранный объект на 2f. Запишите f, do, di, hi и ho в пробную версию 1 в таблице данных 3.

5. Поместите выбранный объект в точку f. Запишите f, do, di, hi и ho в пробную версию 2 в таблице данных 3.

Table 3					
	Trial 1	Trial 2			
f (cm)					
do (cm)					
di (cm)					
ho (cm)					
hi (cm)					
Type of image: real, virtual,					
none					
Direction of image: inverted or upright					

#### Questions and Conclusions: Заключительные вопросы:

- For each of the real images you observed, calculate the focal length of the convex lens, using the lens/mirror equation. Do your values agree with each other?
   Для каждого из наблюдаемых вами действительных изображений вычислите фокусное расстояние выпуклой линзы, используя формулу линзы. Согласуются ли ваши результаты друг с другом?
- 2. Average the values for f found in question 6 and calculate the percent error between this average and the value for f from Data Table 1.

2. Усредните значения f, найденные в вопросе 1, и вычислите процентную ошибку между этим средним значением и значением f из Таблицы данных 1.

- 3. When does a convex lens act like a magnifying glass?
- 3. Когда выпуклая линза действует как увеличительное стекло?
- 4. Describe the conditions for forming a virtual image with lenses.
- 4. Описать условия для формирования мнимого изображения с помощью линз.
- 5. How does the image of a concave lens always appear? Where is it located with respect to the lens and the object?

5. Каким всегда является изображение предмета в вогнутой линзе? Где оно расположено относительно линзы и предмета?

6. Research the two basic types of vision problems, farsightedness and nearsightedness, and describe the lens prescription for each. <u>Use diagrams</u> of the eye to show the light paths before and after remediation.

6. Исследуйте два основных типа проблем со зрением, дальнозоркость и близорукость, и опишите рецепт линз для каждого из них. Используйте ход лучей для глаза, чтобы показать световые пути до и после восстановления.

# Geometric Optics Lab

**1.** Go to <u>http://www.colorado.edu/physics/phet</u>, where you will find the *Geometric Optics* activity under "Light & Radiation." Take the pencil and raise it so that the eraser is sitting on the principal axis. Click on the "principal rays" button.

- 1.1. Draw the ray diagram. Describe the three special principal rays: how do they enter the lens, and how do they exit the lens?
- 1.2. There are several properties of the lens you can change in this simulation. For each one below, **PREDICT** what you think the effect will be on the image (its size, location, and brightness), then give the actual answer:
  - a) Radius of curvature of the lens
  - b) Refractive index
  - c) Diameter
- 1.3. You can change the location of your object (the pencil). Drag the pencil so that it is *farther away* from the lens. Explain the result.
- 1.4. Drag the pencil so the eraser is right on top of the focus. Draw the ray diagram. A) What happens to the two principal rays that enter the lens? B) Will they ever form an image?
- 2. Get a magnifying lens and use it to look at this paper.
- 2.1. How do you use the lens to make the words appear larger? Find the spot where the magnification is highest and explain in terms of the focal length of the lens.
- 2.2. Sketch a ray diagram of how you *think* the magnifying lens might work.
- 2.3. Now back to the sim: drag the pencil so it is inside the focus. Draw the ray diagram. A) Will the rays ever form an image, and if so, where? Click on "virtual image" to check your answer. B) Imagine that you are looking through the lens from the righthand side. What would you see? Use your answer, and your drawing, to explain how a magnifying lens works.

# Лаборатория Геометрической Оптики

- 1. Перейдите к http://www.colorado.edu/physics/phet, где вы найдете анимацию «Геометрическая оптика» в разделе "Свет и излучение." Возьмите мышкой карандаш и поднимите его так, чтобы ластик сидел на главной оси. Нажмите на кнопку "основные лучи".
- 1.1 Нарисуйте ход лучей. Опишите три особых главных луча: как они входят в линзу и как выходят из нее?
- 1.2 Существует несколько свойств линзы, которые вы можете изменить в этой модели. Для каждого из них (см. ниже) попробуйте предсказать, что произойдёт с изображением (его размером, расположением и яркостью), а затем дайте экспериментальный ответ:
- а) радиус кривизны линзы;
- б) показатель преломления;
- в) диаметр линзы.
- 1.3 Вы можете изменить местоположение вашего предмета (карандаша). Переместите карандаш так, чтобы он находился дальше от линзы. Объясните результат.
- 1.4. Перетащите карандаш так, чтобы ластик оказался прямо над фокусом. Нарисуйте ход лучей.
- А) что проходят два главных луча, входящих в линзу?
- Б) сформируют ли они когда-нибудь изображение?
- 2. Возьмите увеличительное стекло и используйте его, чтобы посмотреть на лист бумаги.
- 2.1 Как вы используете линзу, чтобы слова казались больше? Найдите место, где увеличение больше всего, и объясните с использованием понятия фокусного расстояния линзы.
- 2.2. Нарисуйте ход лучей того, как, по вашему мнению, может работать увеличительное стекло.
- 2.3. Теперь вернемся к анимации: перетащите карандаш так, чтобы он оказался между фокусом и линзой. Нарисуйте ход лучей.
- A) сформируют ли когда-нибудь лучи тзображение, и если да, то где? Нажмите на кнопку "виртуальное изображение", чтобы проверить свой ответ.
- Б) представьте, что вы смотрите через линзу с правой стороны. Что бы вы увидели? Используйте свой ответ и свой рисунок, чтобы объяснить, как работает увеличительное стекло.

By the end of this worksheet, I:

- Explore the location of the images produced by placing the object in various location and distances from the converging/convex lens.
- Investigate how an image is formed by a converging lens using ray diagrams
- Understand and observe how light rays are refracted by a lens
- Examine and observe how the image changes when you adjust the focal length of the lens
- Understand and observe how changing the lens (radius, index and diameter) effects where the image appears and how it looks (magnification, brightness and inversion)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

К концу этой работы я должен:

\* Исследовать расположение изображений, полученных путем помещения предмета в различных местах и на различных расстояниях от собирающей/выпуклой линзы.

\* Исследовать, как изображение формируется собирающей линзой, используя ход лучей.

\* Понимать и наблюдать, как световые лучи преломляются линзой.

\* Исследовать и наблюдать, как меняется изображение при изменении фокусного расстояния линзы.

\* Понимать и наблюдать, как изменение линзы (радиус, показатель преломления и диаметр) влияет на то, где появляется изображение и как оно выглядит (увеличение, яркость и инверсия)

Эта работа лицензирована по международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0.

Go to the <u>Geometric Optics</u> simulation page from PhET Interactive Simulations at University of Colorado Boulder.

https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics en.html

Перейдите на страницу с моделированием геометрической оптики из Phet Interactive Simulations в Университете Колорадо Боулдер.

https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics\_en.html

# Activity with PhET Simulation (Действия с симулятором)

1- In <u>Geometric Optics</u>, choose <u>principal rays</u> in the simulation screen, change the <u>curvature radius</u> to 0.53 and keep <u>refractive index</u> equal to 1.53 and <u>diameter</u> with 1 m, like what you see in the figure below. Choose <u>Ruler</u> to measure the distances. You may change the shape of the object you see in the simulation by <u>Change Object.</u> Note: the lens is draggable.

Активность с-пет моделирования

1 - В окне анимации выберите основные лучи на экране (Principal rays), измените радиус кривизны на 0,53 и сохраните показатель преломления равным 1,53, а диаметр-1 м, как показано на рисунке ниже. Выберите линейку (Ruler) для измерения расстояний. Вы

можете изменить форму объекта, который вы видите в симуляции, изменив объект (Change Object).

Примечание: линзу, предмет и экран можно перетаскивать.



- a) Place the object beyond 2F and find the location of the image. Show with the simulation. Write the image properties.
- b) Place the object at 2F and find the location of the image. Show with the simulation. Write the properties of the image.
- c) Place the object between 2F and F. Find the location of the image. Show with the simulation. Write the properties of the image.
- d) Place the object at F. Find the location of the image. Show with the simulation. Write the properties of the image.
- e) Place the object between F and the lens (in focal length). Find the location of the image. Show with the simulation. Write the properties of the image. Choose the <u>Virtual Image</u> in the simulation screen and Observe.

a) поместите объект за пределы 2F и найдите местоположение изображения. Наблюдайте результат. Запишите свойства изображения.

б) поместите объект на 2F и найдите местоположение изображения. Наблюдайте результат. Запишите свойства изображения.

в) поместите объект между 2F и F. найдите местоположение изображения. Наблюдайте результат. Запишите свойства изображения.

г) поместите объект в точку F. найдите местоположение изображения. Наблюдайте результат. Запишите свойства изображения.

д) поместите объект между F и линзой (на фокусном расстоянии). Найдите местоположение изображения. Наблюдайте результат. Запишите свойства изображения.

Выберите мнимое изображение (Virtual images) в анимации и наблюдайте результат.

2- How can you change the focal length of the lens? In other words, what happens if you change the **<u>refractive index</u>** of the lens.

2- Как можно изменить фокусное расстояние объектива? Другими словами, что произойдет, если изменить показатель преломления линзы.

3- What happens to the image when you change the <u>refractive index</u> of the lens?
3- Что происходит с изображением при изменении показателя преломления линзы?

4- What happens to the image when you change the curvature radius of the lens?

- 4 Что происходит с изображением при изменении радиуса кривизны линзы?
- 5- What happens if you change the <u>diameter</u> of the lens? In other words, how the image is impacted by changing the <u>diameter</u> of the lens?

5-Что произойдет, если изменить диаметр линзы? Другими словами, как влияет на изображение изменение диаметра линзы?

6- In <u>Geometric Optics</u>, choose <u>marginal rays</u> in the simulation screen, change the <u>curvature radius</u> to 0.53 and keep <u>refractive index</u> equal to 1.53 and <u>diameter</u> with 1 m, like what you see in the figure below. Choose <u>Ruler</u> to measure the distances. You may change the shape of the object you see in the simulation screen by <u>Change Object</u>. You can choose the <u>screen</u> option and drag it to different locations.

Note: the lens and screen are draggable.

6 – В окне анимации выберите предельные лучи (Marginal rays) на экране моделирования, измените радиус кривизны (Curvature radius) на 0,53 и сохраните показатель преломления равным 1,53, а диаметр-1 м, как показано на рисунке ниже. Выберите линейку (Ruler) для измерения расстояний. Вы можете изменить форму объекта, который видите на экране с помощью Change Object.

Вы можете выбрать опцию screen и перетаскивать экран в разные места. Примечание: объектив и экран можно перетаскивать.



a) The focal length is 50 cm, and the source of light is 120 cm away from the center of the lens. Where is the screen located to have a clear image of that?

a) фокусное расстояние составляет 50 см, а источник света находится на расстоянии 120 см от центра линзы. Где находится экран, чтобы иметь четкое изображение предмета?

Author: Solmaz Khodaeifaal Under the CC-BY 4.0 license

b) Change the diameter, refractive index, and curvature radius of the lens and observe the point of the converged light rays on the screen. Play with simulation and explore more.

б) измените диаметр, показатель преломления и радиус кривизны линзы и наблюдайте изображение сходящихся световых лучей на экране. Играйте с симуляцией и исследуйте как можно больше.