

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Красноярский государственный педагогический университет им.В.П.Астафьева

(КГПУ им.В.П.Астафьева)

Институт математики, физики и информатики

Кафедра физики

Специальность _____

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой физики

_____ д.ф.-м.н., профессор А.М.Баранов

« _____ » _____ 2015 г.

Выпускная квалификационная работа

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКЕ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКОЙ

Выполнил студент группы № 57

Евгений Владимирович Ивакин _____

Форма обучения очная

Научный руководитель:

к.ф.-м.н., доцент А.Г.Черных _____

Рецензент

к.т.н., доцент С.В.Бортновский _____

Дата защиты _____

Оценка _____

Красноярск

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Комплекс задач.....	6
1.1. Описание используемого оборудования.	6
1.2. Комплекс задач.....	10
Заключение.....	40
Библиографический список.....	41

Введение

Актуальность работы.

В настоящее время учебный процесс по физике делится на три сравнительно независимые части: теоретический материал, решение задач, демонстрационный и лабораторный практикум. Физическое образование в школе остается консервативным, никак не связанным с современным научным процессом.

Современный научный процесс состоит из двух частей: математическая «проработка» физической проблемы – теоретическое исследование физики задачи на основе математических методов и компьютерных технологий; экспериментальное исследование физической проблемы.

Актуальность темы дипломной работы состоит в показе и применении современной технологии изучения физической задачи в школьном учебном процессе.

Анализ литературы по данной тематике.

Нами были проанализированы методические работы Усовой А.В.[2,3], а также учебные пособия по физике Перышкина А.В.[4,5], Пинского А.А.[6], Сивухина Д.В.[9], Савельева И.В.[8] и других. В ходе анализа мы обнаружили, что предлагаемую нами методику решения задач до нас ещё никто не предлагал, хотя она полностью соответствует требованиям государственного стандарта и призвана помочь преподавателям, а главное, учащимся в понимании связи теории и практики в школьной физике.

Цель работы.

Целью данной дипломной работы является поиск физических задач школьного уровня, раскрывающих технологию работы современной физики.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Разработать комплекс задач, сочетающих их теоретическое решение с последующей экспериментальной проверкой.
2. Дать методические указания для успешного проведения таких занятий на уроках физики в школе.

Научная новизна работы.

Научная новизна работы состоит в предложении методики соединяющей процесс решения физических задач с экспериментальной проверкой этого решения. Экспериментальная проверка решения задачи дает школьнику понимание того, что теория необходима для объяснения реальной физической ситуации.

Практическая ценность работы.

Предложен набор разобранных задач, проверка решения которых проводится посредством эксперимента.

Основные результаты, выносимые на защиту работы.

Имеется комплекс решенных задач, который был проверен экспериментально и есть некоторые результаты с применением данной методики в школе.

Апробация работы.

Апробация работы была проведена в школе №145, во время педагогической практики.

Структура работы.

Работа состоит из введения, одной главы, заключения и библиографического списка.

1.1. Описание оборудования:

1. Набор линз с разным фокусным расстоянием на подставках (рис. 1). Так же пригодятся линзы с одинаковым фокусным расстоянием. В школе такие линзы имеются.



Рис. 1



Рис. 2

2. Экран на подставке (рис. 2).

3. Призма, которая позволяет получить из одного луча, два (рис. 3). В школе имеется.



Рис. 3

4. Линейка (рис. 4).

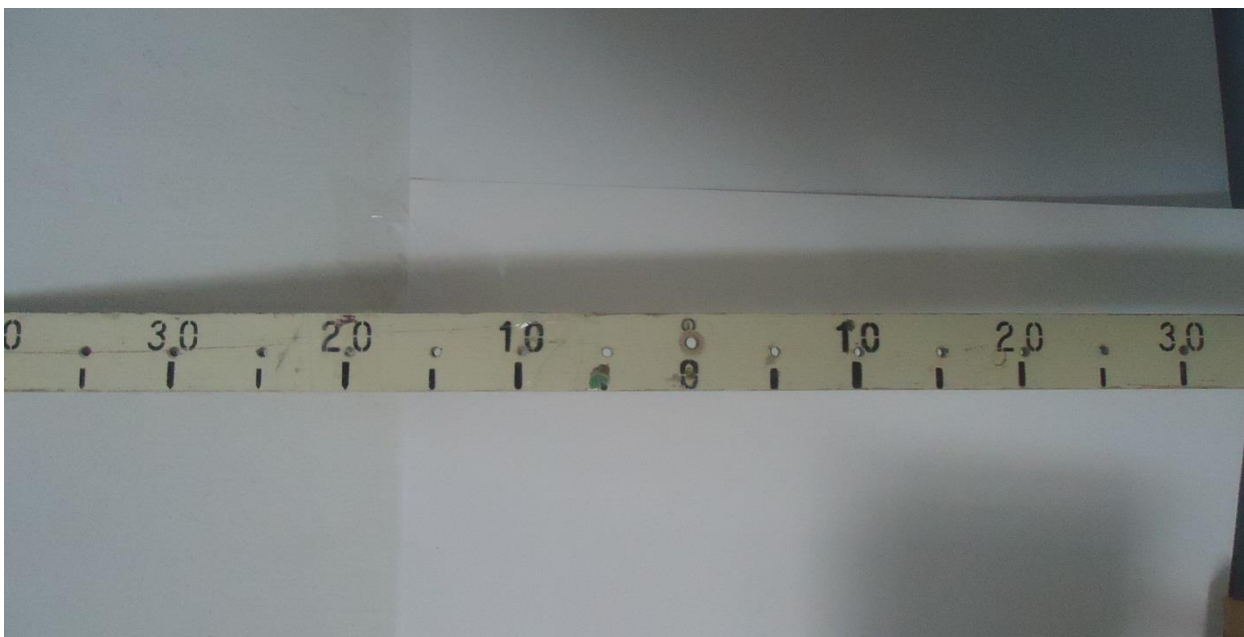


Рис. 4

5. Лазер(лазерная указка). В школе имеется (рис. 5).



Рис. 5

6. Набор свечей (рис. 6).

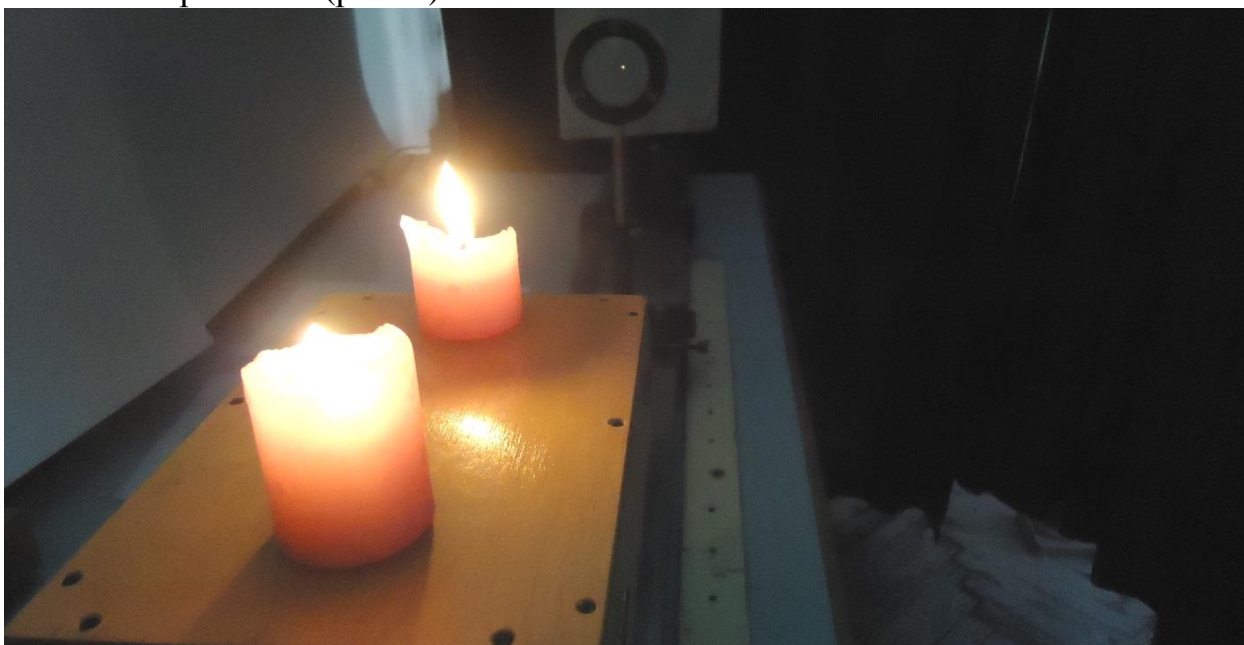


Рис. 6

7. Скамья демонстрационная (рис. 7).



Рис. 7

1.2. Комплекс задач

1. Фокусное расстояние двух тонких линз равно f_1 и f_2 . Чему равно фокусное расстояние системы из этих двух линз, собранных вместе? Чему равна оптическая сила этой системы (из задачника О. Я. Савченко [1], №13.3.19)?

Рисунок:

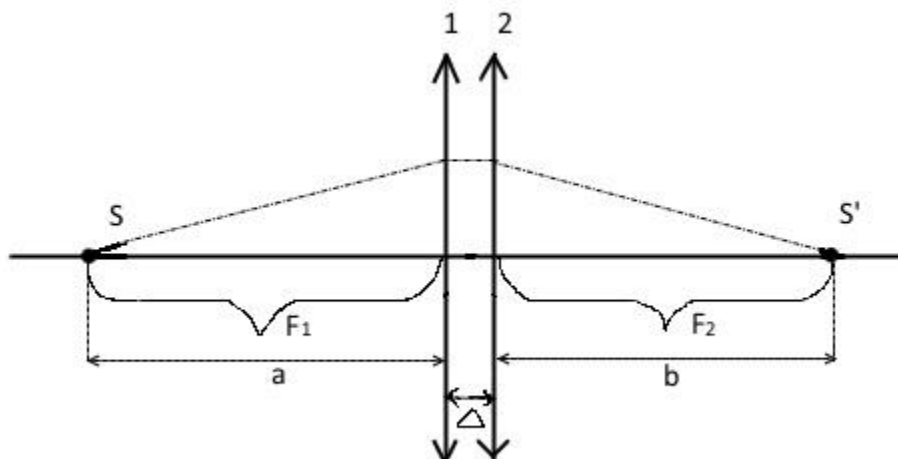


Рис. 8. 1-первая линза, 2-вторая линза, S – точечный источник света, S' – изображение, F_1 , F_2 – фокусные расстояния линз, a – расстояние от источника света, до первой линзы, b – расстояние от второй линзы, до изображения.

Решение:

Поместим точечный источник света (лампочку) S на фокусное расстояние F_1 . Рисунок «говорит» о том, что изображение S' будет находиться на расстоянии F_2 от второй линзы. Если расстояние между линзами $\Delta \ll F_1$ и F_2 , то используем формулу линзы (систему линз заменяем «одной» линзой).

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$, где $a = F_1$, $b = F_2$, F_0 – фокусное расстояние системы линз;

$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 * F_2} = \frac{1}{F_0}$$

$$F_0 = \frac{F_1 * F_2}{F_1 + F_2}$$

Проверяем на опыте, при конкретных значениях F_1 и F_2 .

Оптическая сила системы линз(1-2)

$$\phi = \frac{1}{F_0} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 * F_2} = \frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_1} = \phi_1 + \phi_2$$

Экспериментальная часть:

1. С помощью специальной призмы мы получаем два параллельных луча, которые помогут нам найти фокусные расстояния линз.

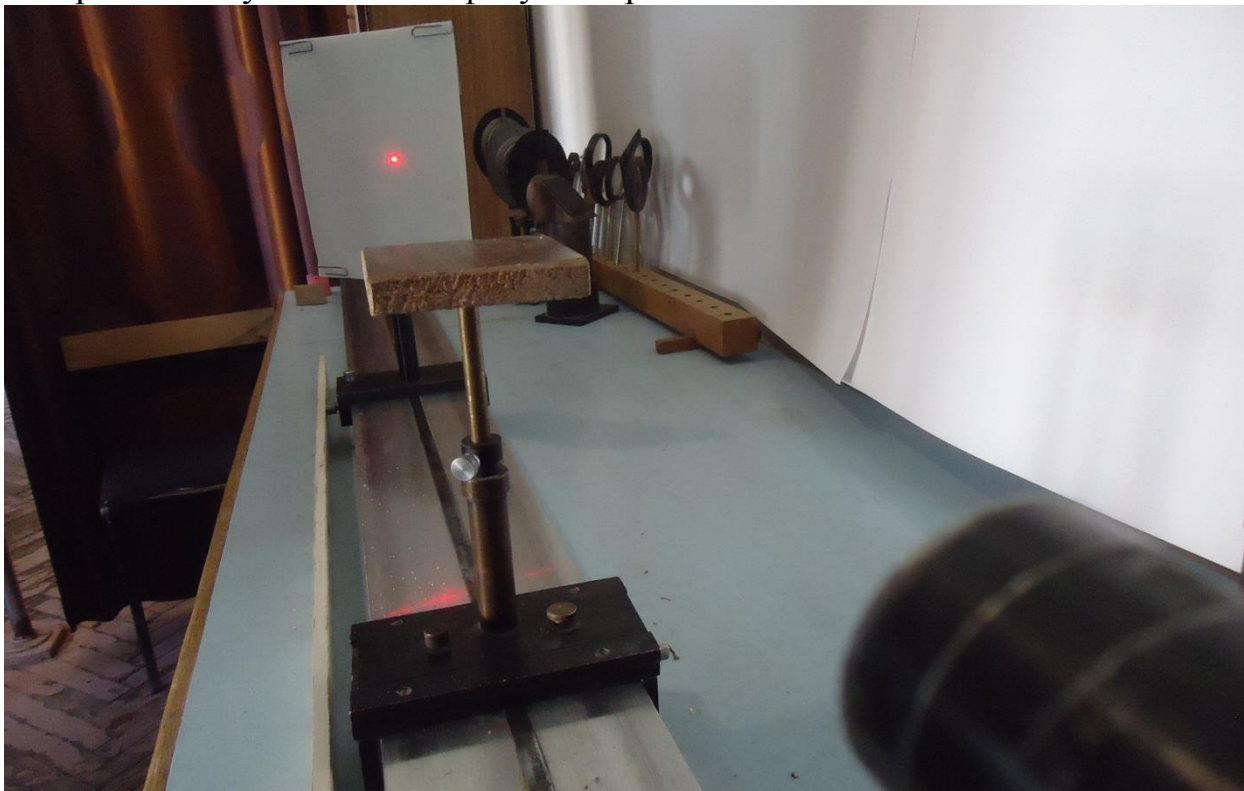


Рис. 9. Один луч лазера.

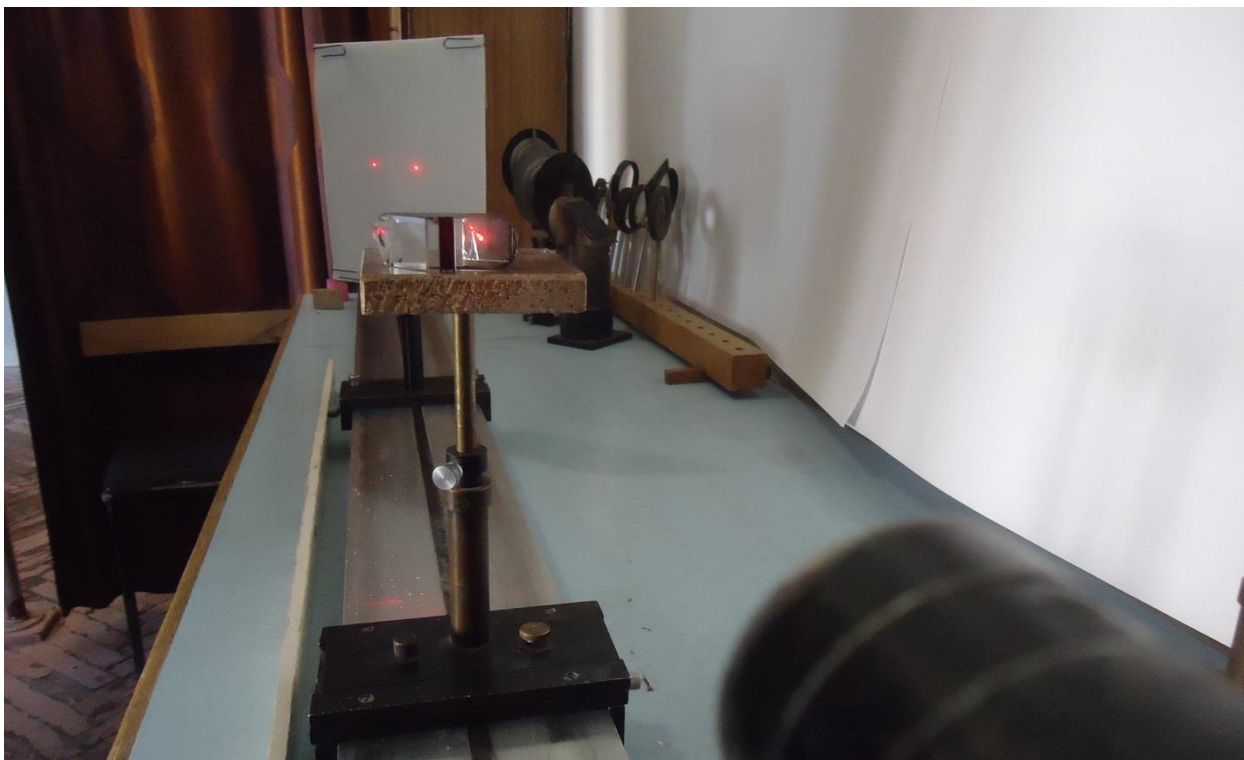


Рис. 10. С помощью призмы мы получили два параллельных луча.

2. Находим фокусное расстояние первой линзы(красная) с помощью её перемещения вдоль хода лучей и нахождения такого состояния, при котором лучи сойдутся в одну точку(пересекутся).

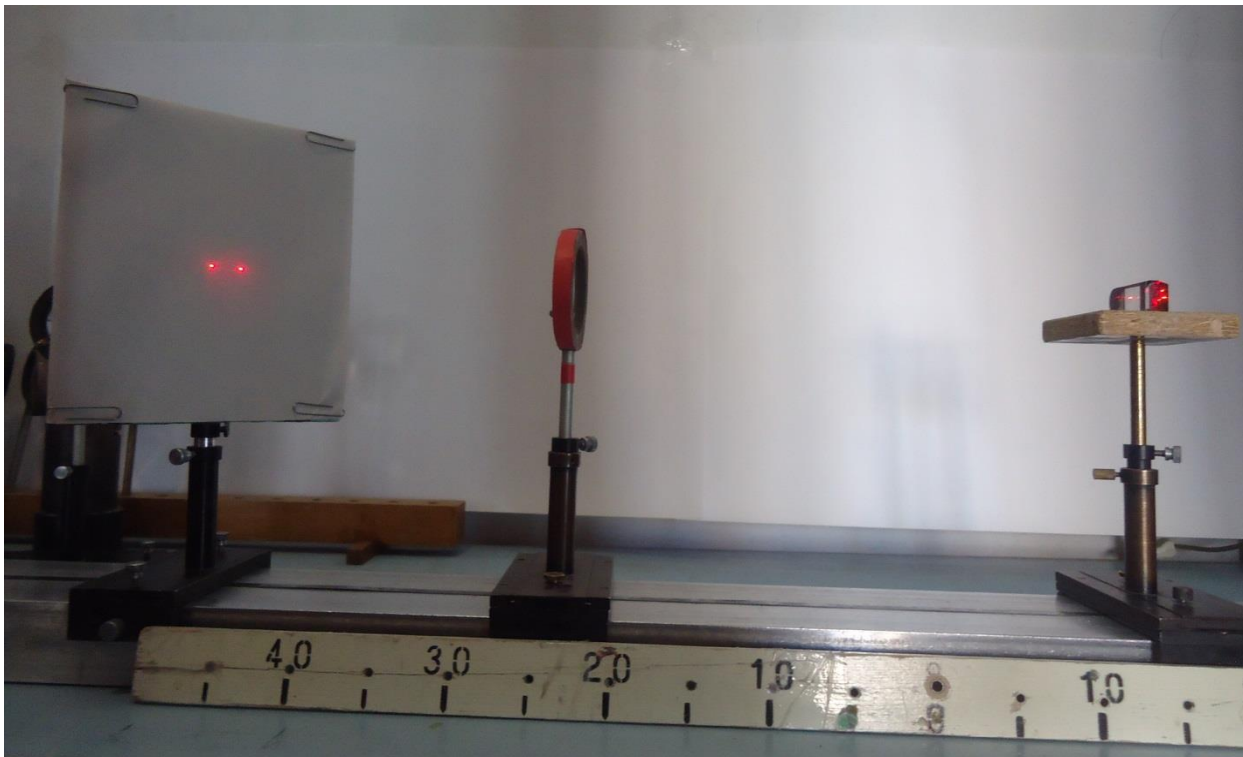


Рис. 11. Перемещаем линзу, ищем фокусное расстояние.

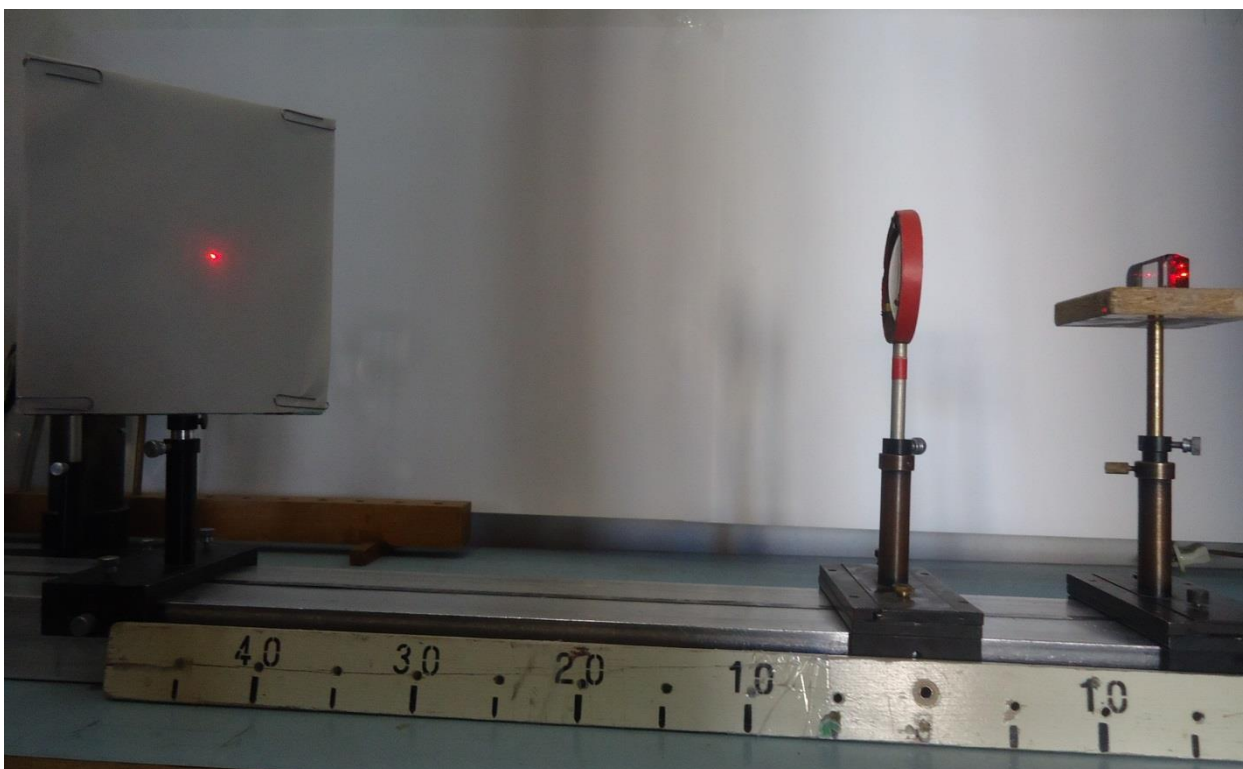


Рис. 12. Фокусное расстояние найдено.

Значение найдено: $F_1 = 50\text{см}$.

3. Находим фокусное расстояние второй линзы(желтая) аналогичным способом.

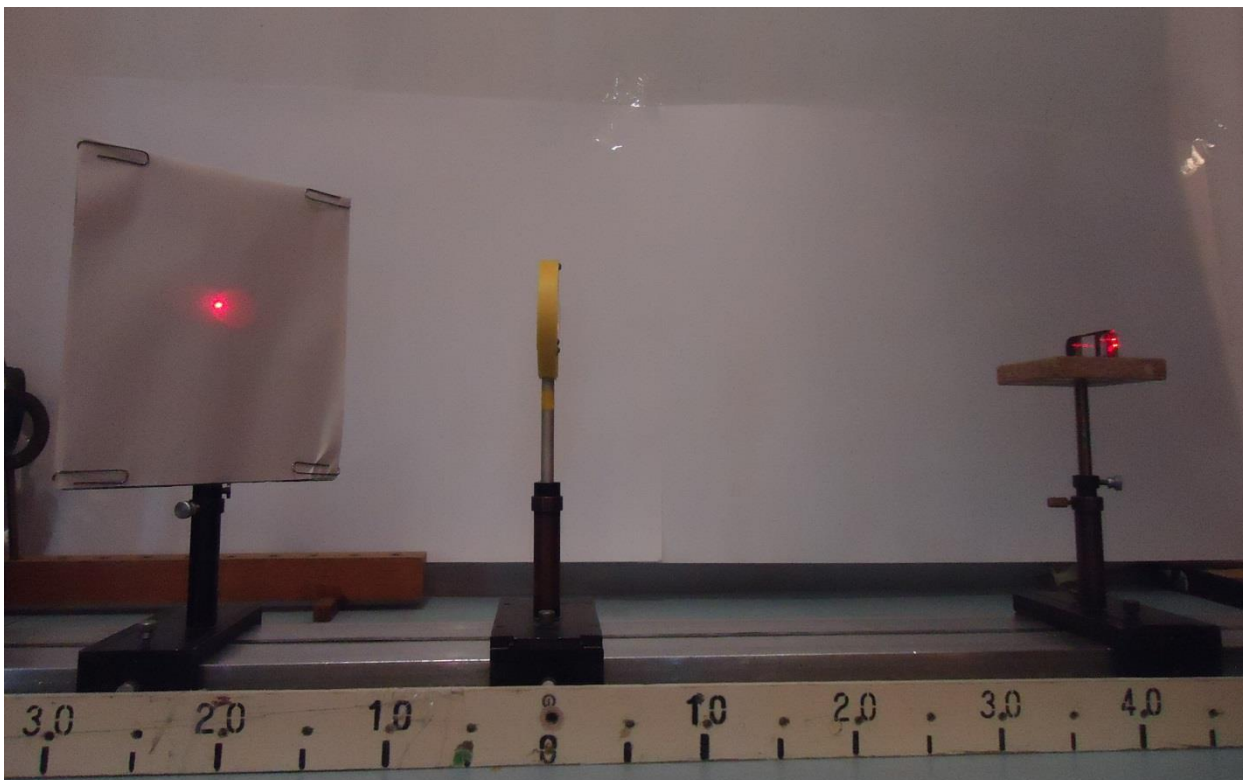


Рис. 13. Перемещаем линзу, ищем фокусное расстояние.

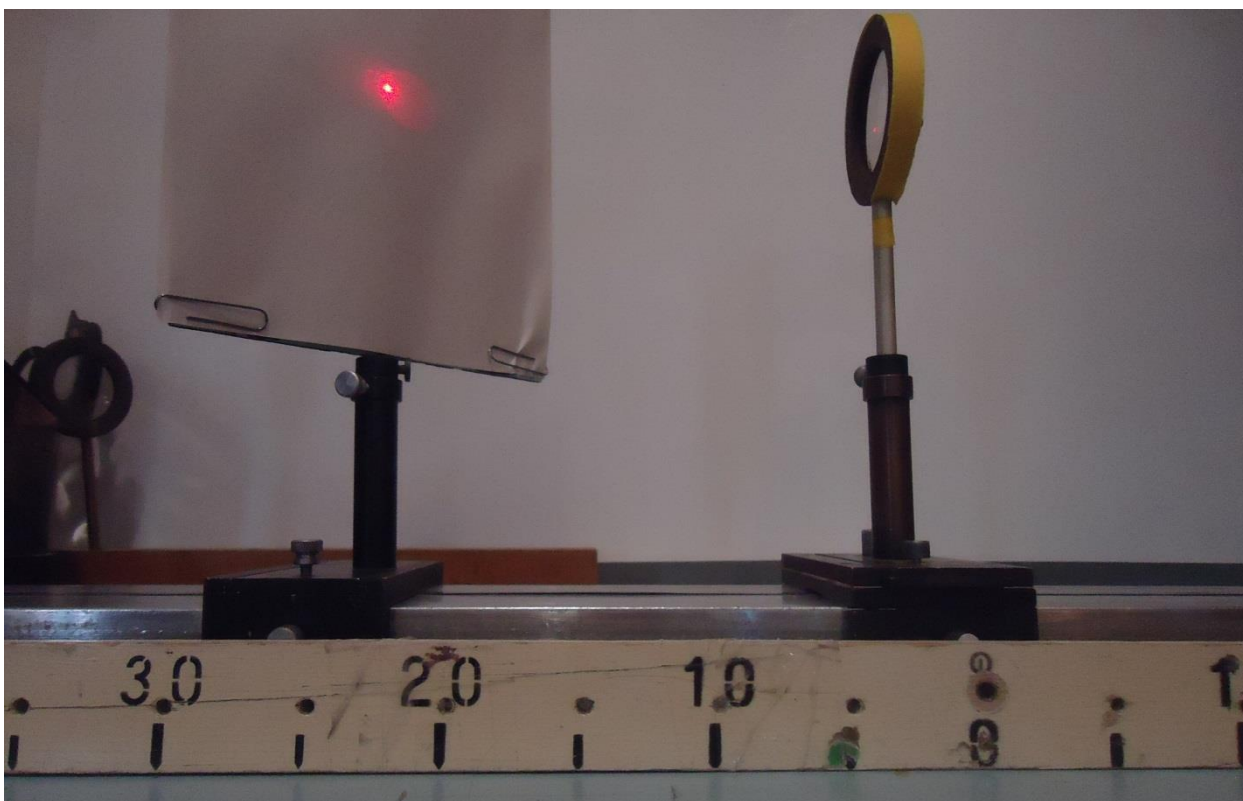


Рис. 14. Фокусное расстояние найдено.

Значение найдено: $F_2 = 27\text{см}$.

4. Теперь сделаем систему из двух линз и узнаем фокусное расстояние этой системы.

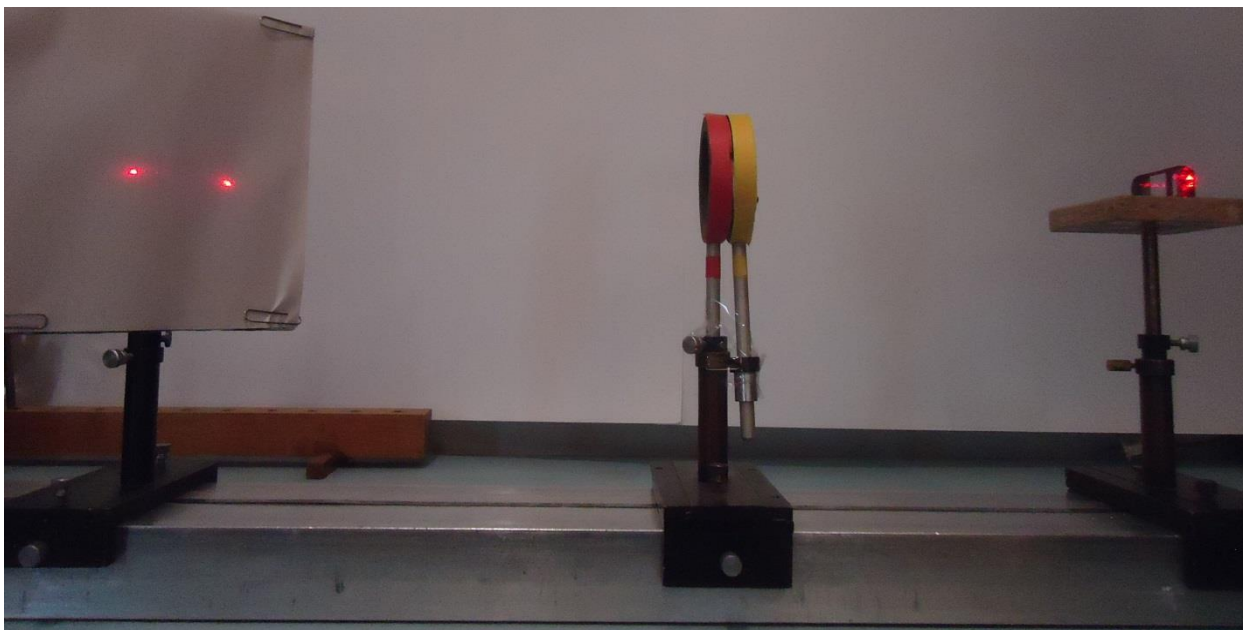


Рис. 15. Перемещаем систему из двух линз, ищем фокусное расстояние.

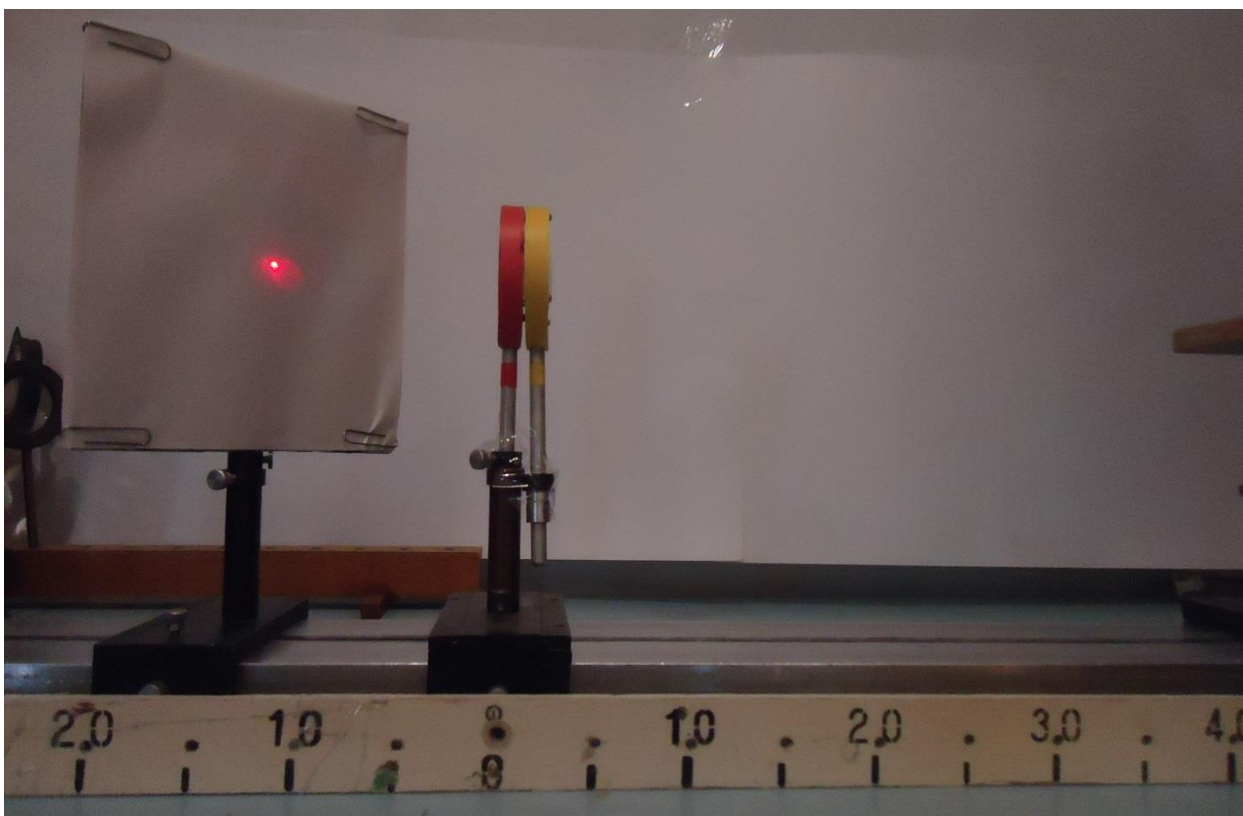


Рис. 16. Фокусное расстояние найдено.

Значение найдено: $F_0 = 17\text{см}$.

Сравним результат эксперимента с теорией:

$$F_1 = 50\text{см} \quad F_2 = 27\text{см}$$

$$F_0 = \frac{F_1 * F_2}{F_1 + F_2} = \frac{50 * 27}{50 + 27} = 17,53 \text{ см} \quad \text{Ответ верный.}$$

Методические указания:

Для нахождения фокусного расстояния линзы можно использовать два лазера, при наличии их в школе. На линзах лучше всего сделать отличительные пометки(цвет). В целом, проверка задачи не вызывает у школьников трудностей и занимает немного времени, при подготовленном оборудовании.

2. На каком расстоянии от линзы расположен предмет, если расстояние между предметом и его действительным изображением минимально? Фокусное расстояние линзы f (из задачника О. Я. Савченко [1], №13.3.4).

Рисунок:

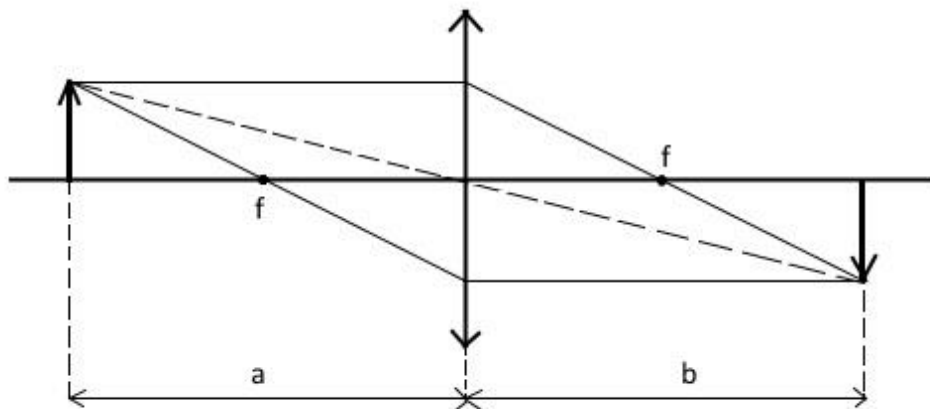


Рис. 17. f - фокусное расстояние линзы, a – расстояние от предмета(свечи), до линзы, b – расстояние от линзы, до изображения.

Решение:

$a + b = z$ - расстояние между предметом и изображением.

$$b = z - a$$

формула линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{a} + \frac{1}{z-a} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{z-a} = \frac{1}{f} - \frac{1}{a} = \frac{a-f}{f*a}, \text{ переворачиваем;}$$

$$z-a = \frac{f*a}{a-f}$$

$$z = a + \frac{f*a}{a-f}, \text{ условие } \min z;$$

$$\frac{dz}{da} = 1 + \frac{f(a-f) - f*a}{(a-f)^2} = 1 - \frac{f^2}{(a-f)^2} = 0$$

очевидно, что $a = 2f$.

Неочевидное решение:

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{U}{V}\right) = \frac{U'V - V'U}{U^2}$$

$$(a - f)^2 - f^2 = 0$$

$$a - f = \sqrt{f}$$

$$a = 2f$$

Экспериментальная часть:

1. С помощью специальной призмы мы получаем два параллельных луча, которые помогут нам найти фокусное расстояние линз.

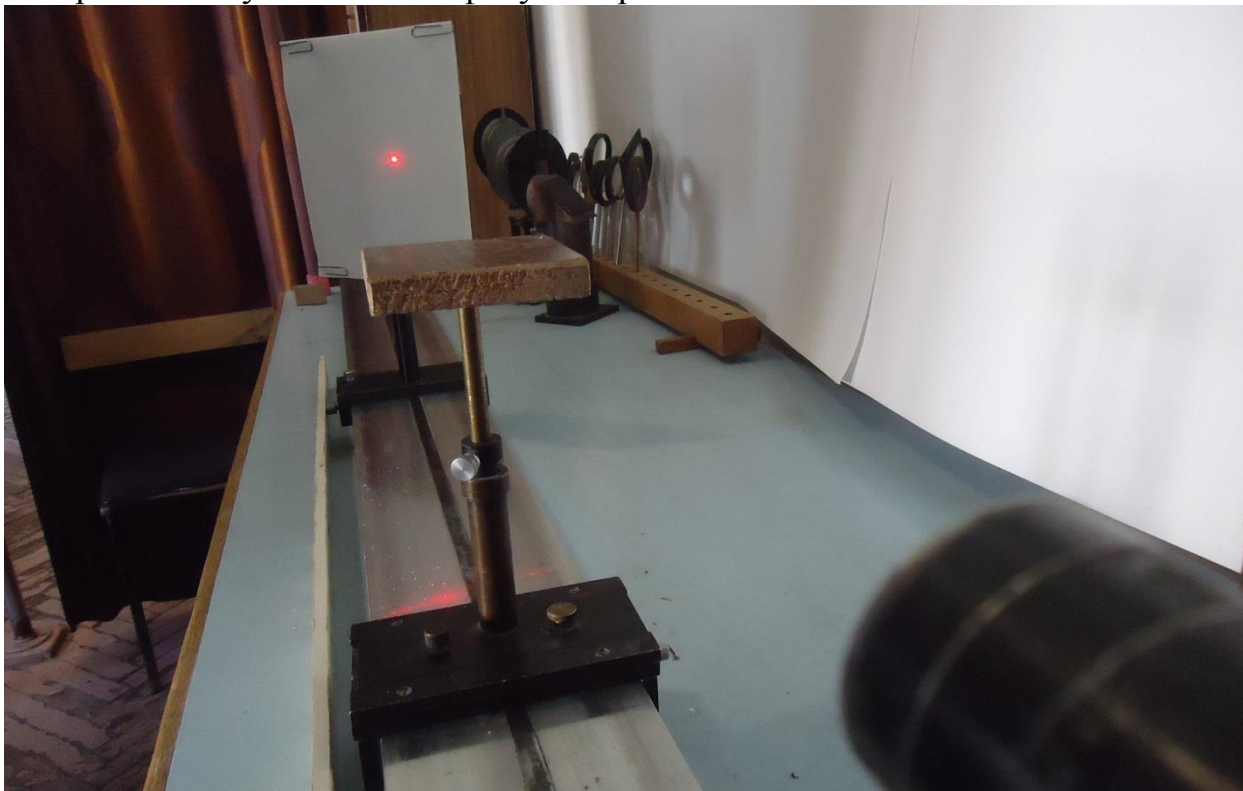


Рис. 18. Один луч лазера.

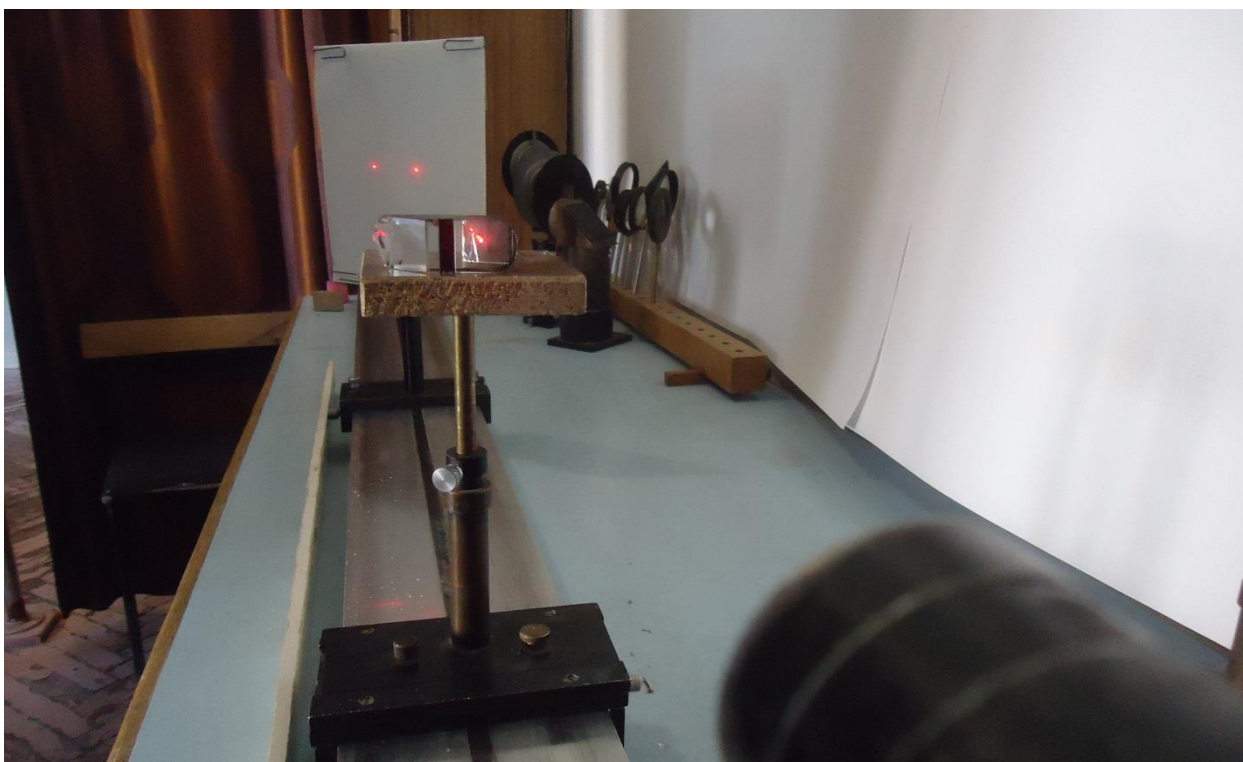


Рис. 19. С помощью призмы мы получили два параллельных луча.

2. Находим фокусное расстояние линзы с помощью её перемещения вдоль хода лучей и нахождения такого состояния, при котором лучи сойдутся в одну точку(пересекутся).

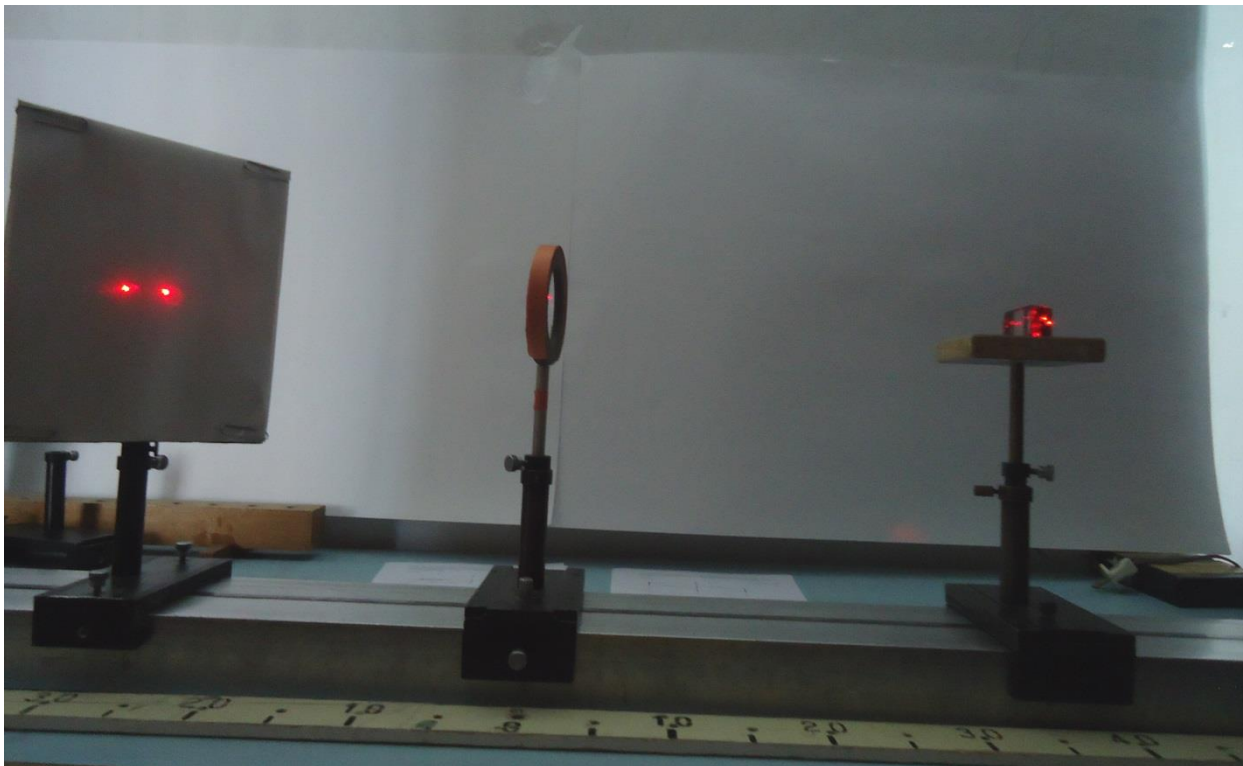


Рис. 20. Перемещаем линзу, ищем фокусное расстояние.

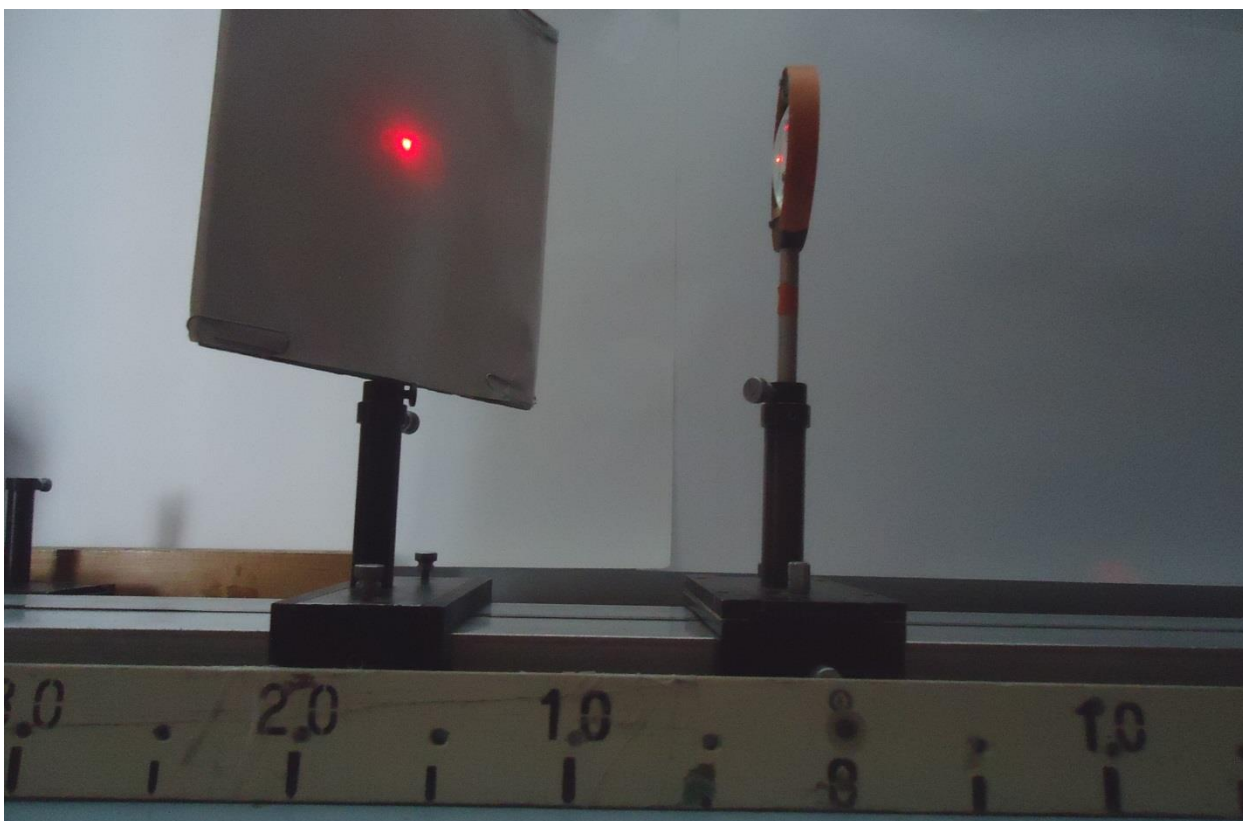


Рис. 21. Фокусное расстояние найдено.

Значение найдено: $F = 20\text{см}$.

3. Закрепим на рабочем столе подставку с горящей свечой и найдём расстояние от изображения свечи, до линзы.

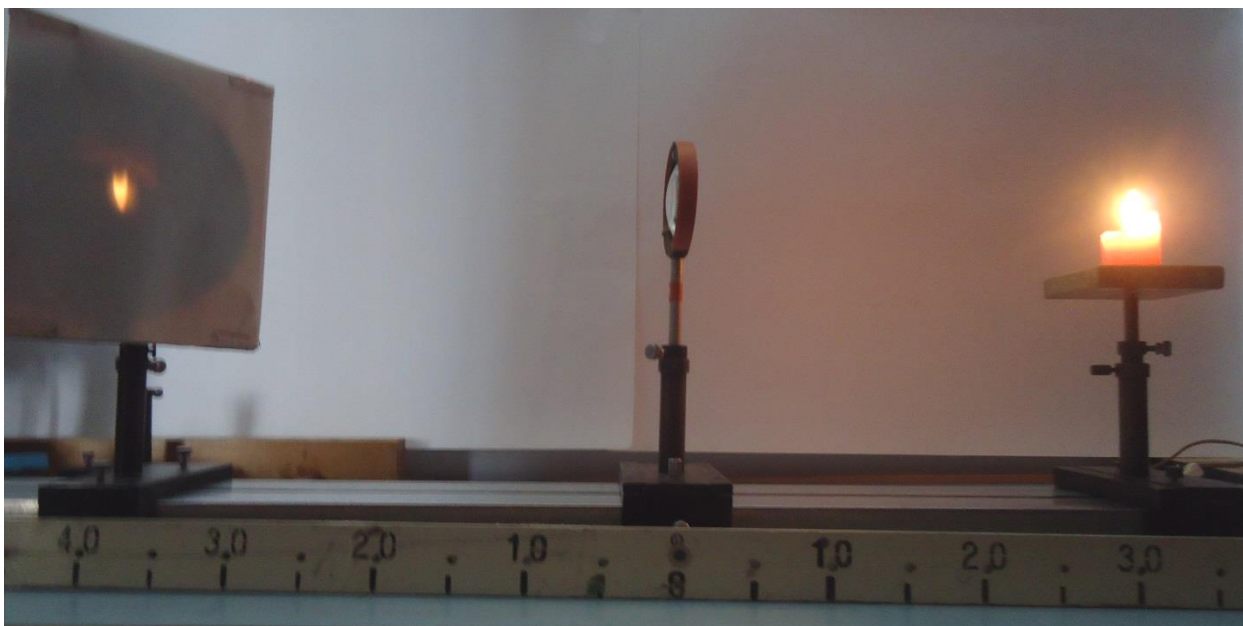


Рис. 22. Ищем расстояние от изображения свечи, до линзы.



Рис. 23. Значение найдено.

Расстояние $a=40\text{см}$.

Сравним с теорией: $a = 2f = 2 * 20 = 40\text{см}$

Ответ верный.

Методические указания:

Вместо свечки можно использовать лампочку.

3. Предмет в виде отрезка длины l расположен вдоль оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием f , дающей действительное изображение всех его точек. Середина отрезка расположена на расстоянии a от линзы. Определите продольное увеличение предмета (из задачника О. Я. Савченко [1], №13.3.6).

Рисунок:

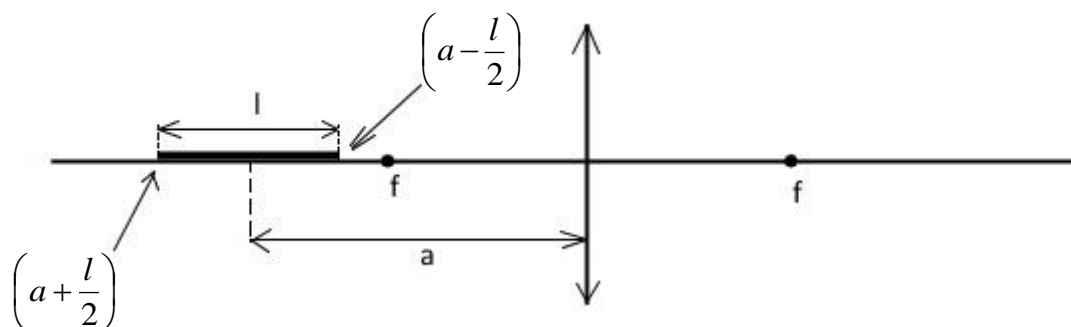


Рис. 24. f – фокусное расстояние линзы, a – расстояние от центра предмета, до линзы, l – длина предмета.

Решение:

формула линзы для точки 1:

$$\frac{1}{a + \frac{l}{2}} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_1} = \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{a + \frac{l}{2}} \right)$$

$$b_1 = \frac{f}{1 - \left(\frac{f}{a + \frac{l}{2}} \right)} \quad \text{т.к.} \quad b_1 = \frac{f \left(a + \frac{l}{2} \right)}{\left(a + \frac{l}{2} - f \right)}$$

$$b_2 = \frac{f}{1 - \left(\frac{f}{a - \frac{l}{2}} \right)} \quad \text{увеличение} \quad k = \frac{b_2 - b_1}{l}$$

$$k = \frac{f}{l} \left[\frac{1}{1 - \frac{f}{a - \frac{l}{2}}} - \frac{1}{1 - \frac{f}{a + \frac{l}{2}}} \right] = \left(\frac{f}{l} \right) * \frac{1 - \frac{f}{a + \frac{l}{2}} - 1 + \frac{f}{a - \frac{l}{2}}}{\left(1 - \frac{f}{a - \frac{l}{2}} \right) * \left(1 - \frac{f}{a + \frac{l}{2}} \right)}$$

$$k = \left(\frac{f^2}{l} \right) * \frac{\frac{1}{a - \frac{l}{2}} - \frac{1}{a + \frac{l}{2}}}{\left(1 - \frac{f}{a - \frac{l}{2}} \right) * \left(1 - \frac{f}{a + \frac{l}{2}} \right)} = \left(\frac{f^2}{l} \right) * \frac{a + \frac{l}{2} - a + \frac{l}{2}}{\left(a - \frac{l}{2} \right) * \left(a + \frac{l}{2} \right) * \left(1 - \frac{f}{a - \frac{l}{2}} \right) * \left(1 - \frac{f}{a + \frac{l}{2}} \right)}$$

$$k = f^2 \frac{1}{\left(a - \frac{l}{2} - f \right) * \left(a + \frac{l}{2} - f \right)} = \frac{f^2}{\left(a - f - \frac{l}{2} \right) * \left(a - f + \frac{l}{2} \right)} = \frac{f^2}{(a - f)^2 - \frac{l^2}{4}}$$

Ответ:

$$k = \frac{f^2}{(a - f)^2 - \frac{l^2}{4}}$$

$$\frac{l}{2} \ll (a - f)$$

$$k_{l \rightarrow 0} = \frac{f^2}{(a - f)^2}$$

Это значит, что увеличение слабо зависит от l .

Экспериментальная часть:

1. Для начала определим фокусное расстояние линзы, уже знакомым нам способом, с помощью двух лучей.

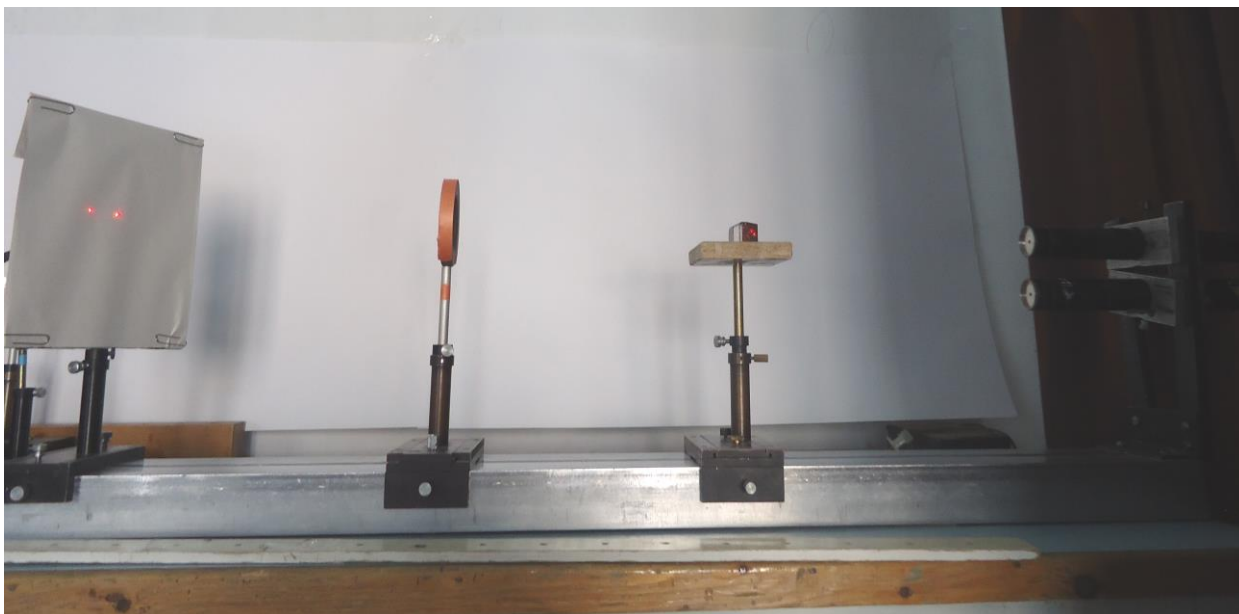


Рис. 25. Перемещаем линзу, ищем фокусное расстояние.

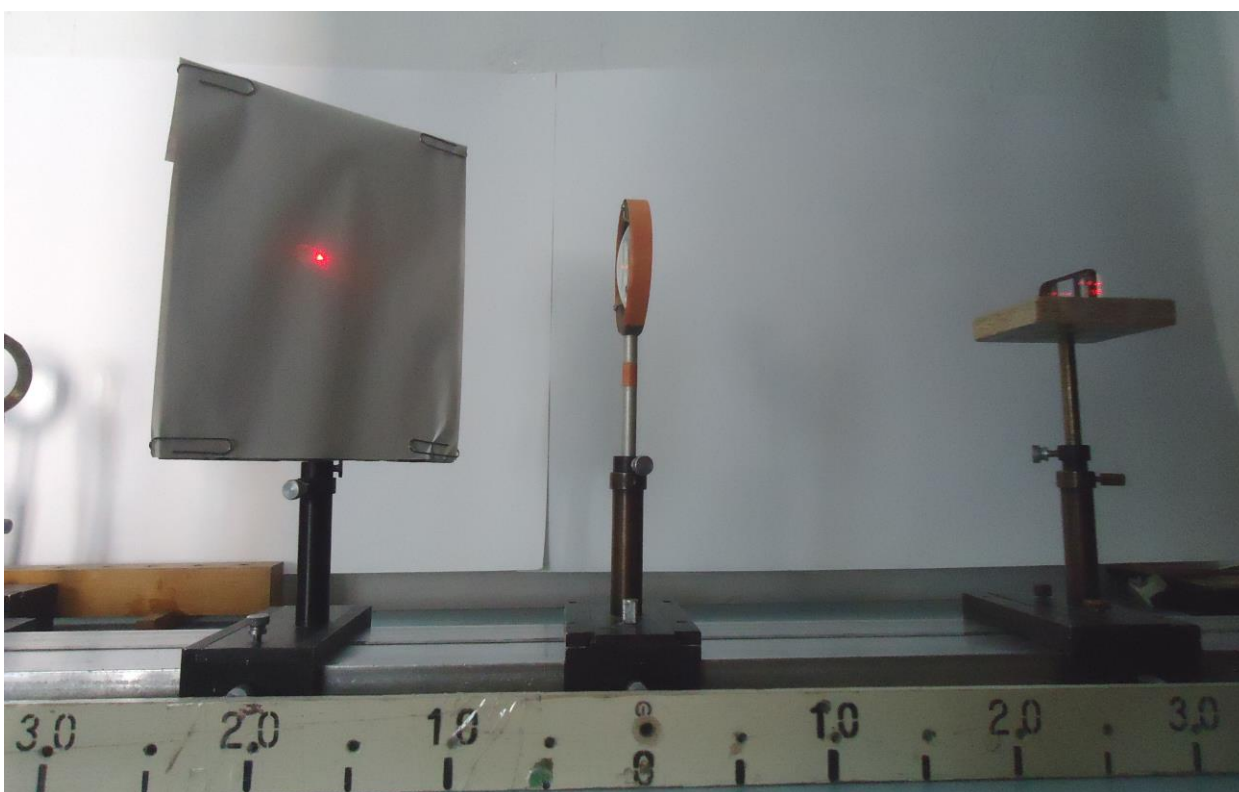


Рис. 26. Фокусное расстояние найдено.

$F=20\text{см.}$

2. Вместо предмета мы будем использовать две свечи (рис. 27), которые расположим в двух крайних точках на расстоянии l .



Рис. 27

3. Для удобства мы поместим свечи на разной высоте (рис. 28).

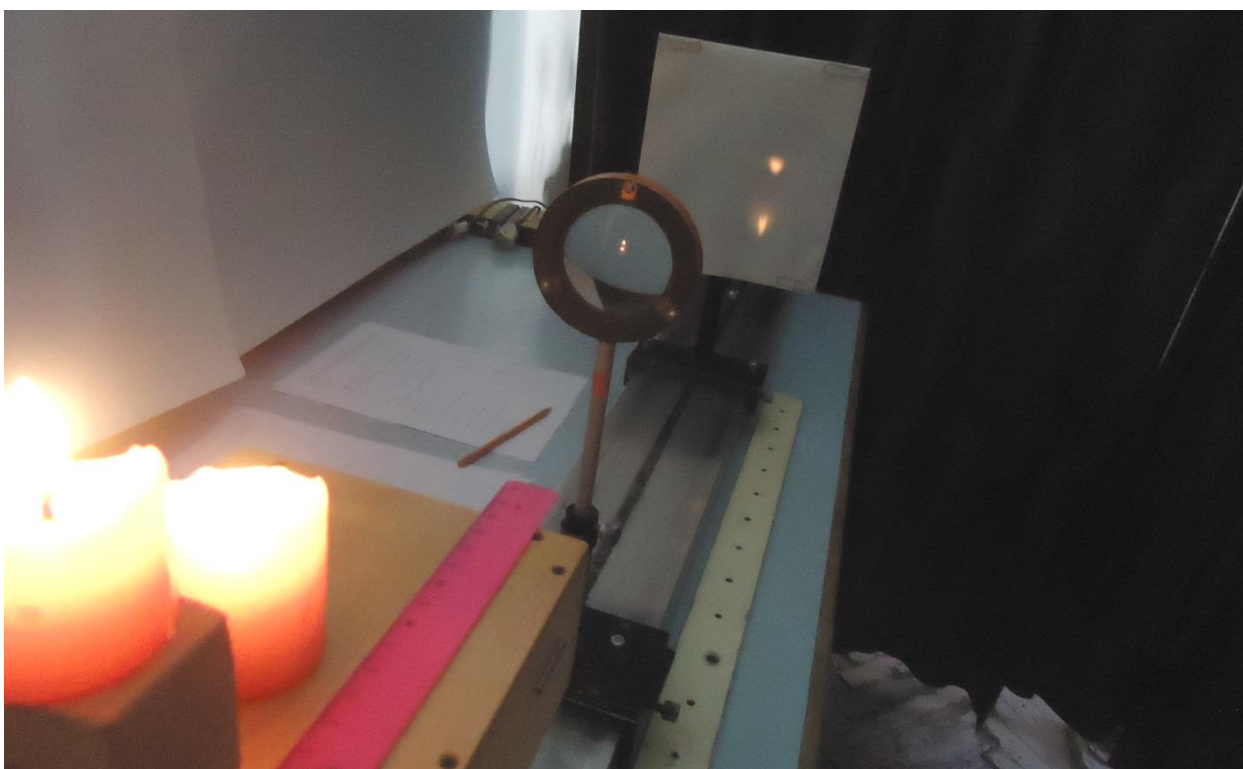


Рис. 28

4. Получать изображения от свечей мы будем поочередно, закрывая одну, потом другую (рис. 29).

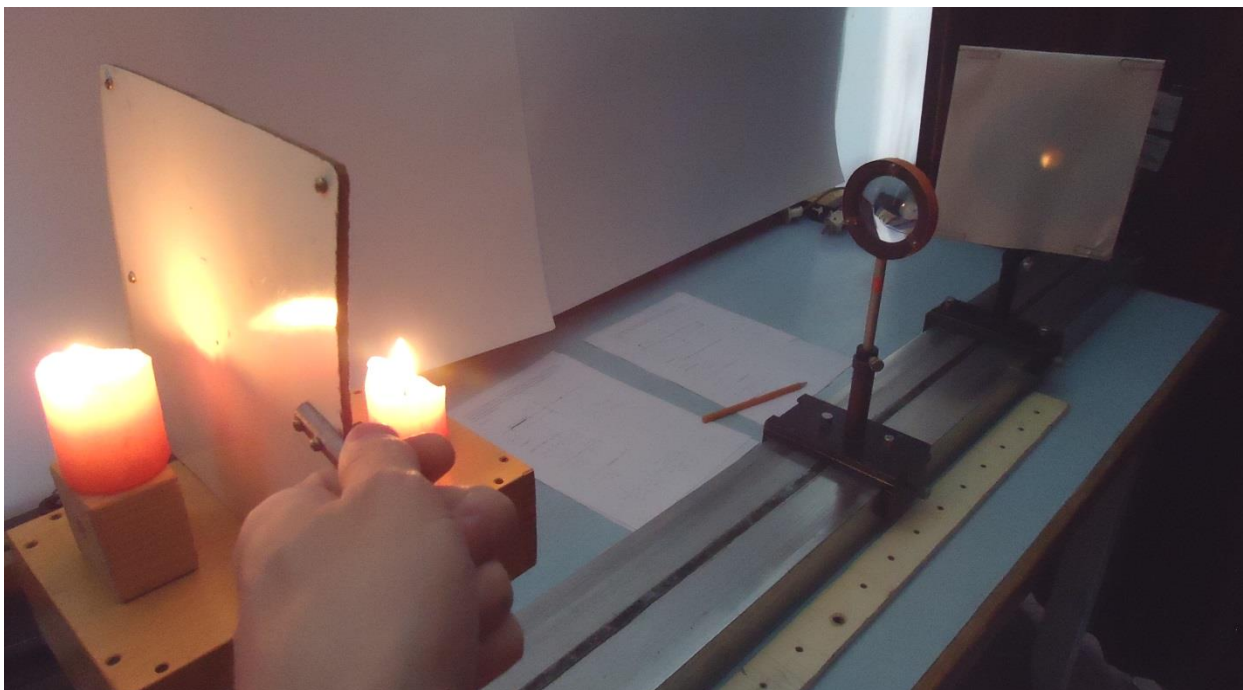


Рис. 29

5. Расстояние между свечками $l=10\text{см}$



Рис. 30. Расстояние между свечками

6. Получаем четкое изображение от первой свечи. Расстояние от линзы, до изображения $b_1 = 40\text{см}$.

Обратим внимание, что расстояние между центром «предмета» и свечой $a=35\text{см}$.



Рис. 31. Работаем с первой свечой.

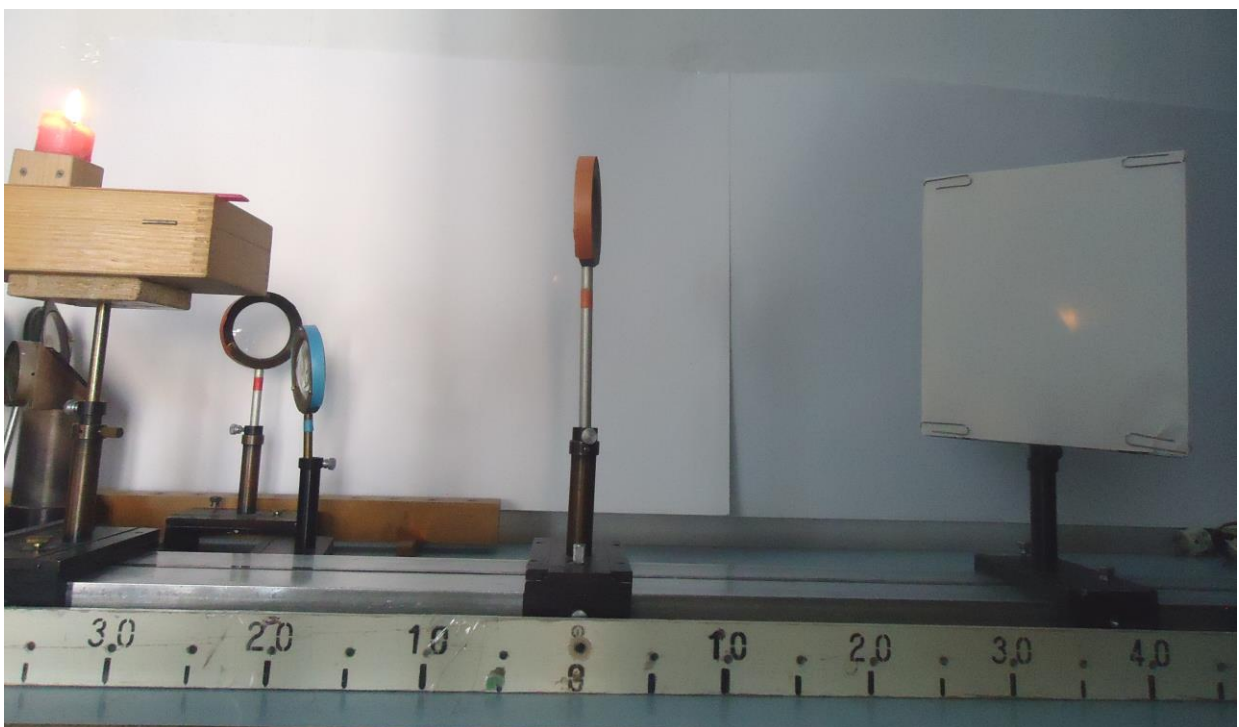


Рис. 32. Находим расстояние от линзы, до изображения

7. Получаем четкое изображение от второй свечи. Расстояние от линзы, до изображения $b_2 = 60\text{см}$ (на фото не зафиксировано)

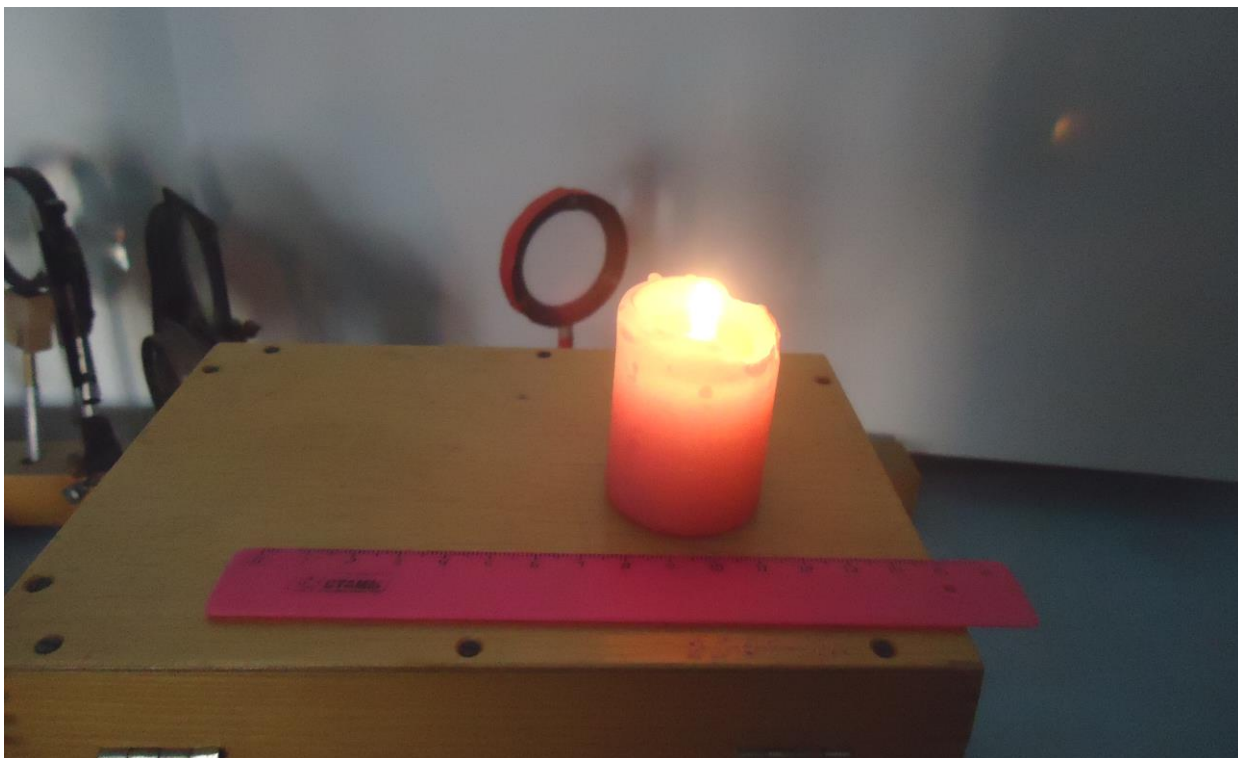


Рис. 33. Работаем со второй свечой.

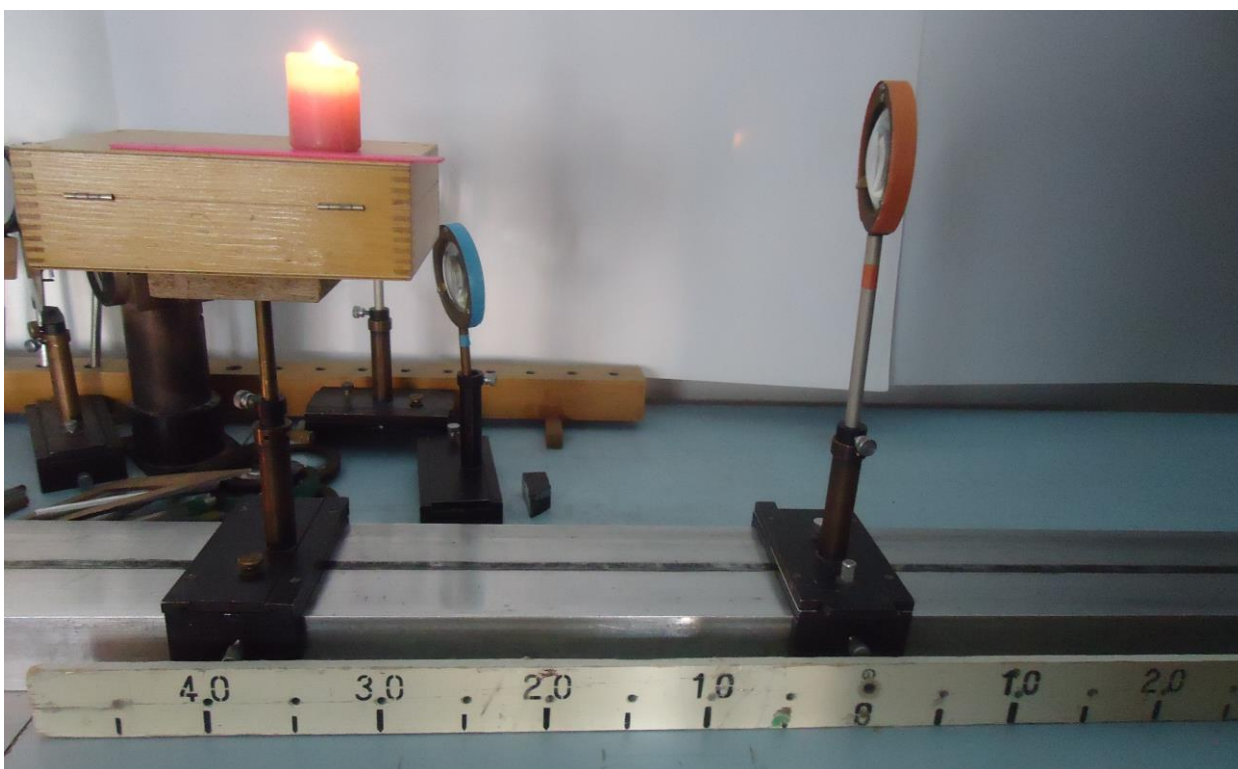


Рис. 34. Находим расстояние от линзы, до изображения

8. Проверим наши формулы:

Коэффициент k :

$$k = \frac{b_2 - b_1}{l} = \frac{20}{10} = 2 \quad \text{или} \quad k = \frac{f^2}{(a-f)^2 - \frac{l^2}{4}} = \frac{20^2}{(35-20)^2 - \frac{100}{4}} = \frac{400}{225-25} = 2$$

Формулы сходятся. Ответ верный.

Методические указания:

Ученикам нужно очень аккуратно измерять расстояния и находить наиболее четкие изображения. Возможно следует затемнить рабочее пространство. В итоге мы имеем относительно несложную проверку, довольно сложной, в теории, задачи.

4. Источник света находится на расстоянии 90 см от экрана. Тонкая собирающая линза, расположенная между экраном и источником, дает четкое изображение источника на экране в двух положениях. Определите фокусное расстояние линзы, если расстояние между положениями линзы, дающими четкое изображение, 30 см (из задачника О. Я. Савченко [1], №13.3.3).

Рисунок:

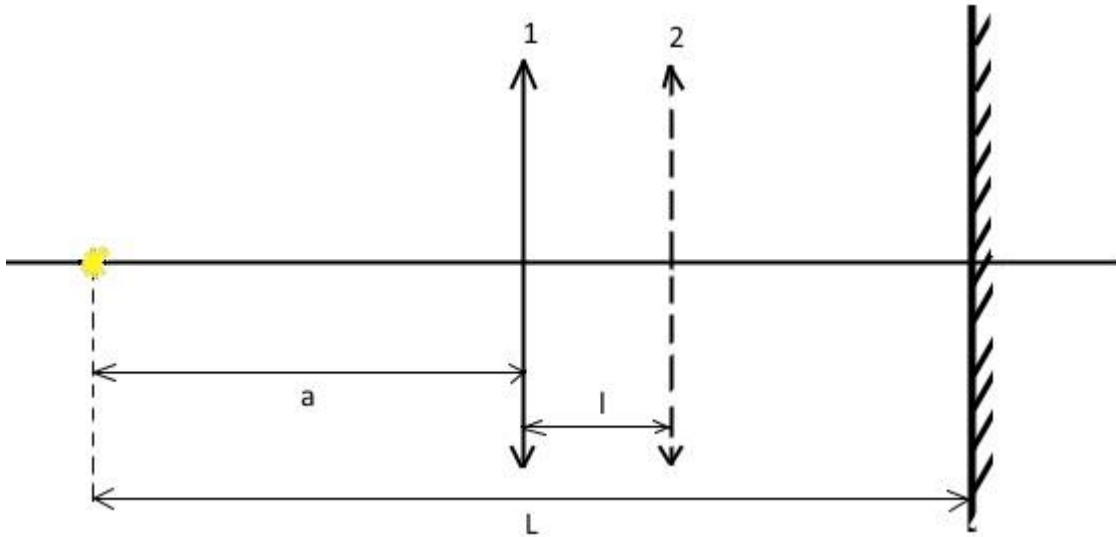


Рис.35. 1 – линза в первоначальном положении, 2 – положение линзы, после перемещения, a – расстояние от источника света, до линзы, l – перемещение линзы, L – расстояние от источника света, до экрана.

Формула линзы в данном случае имеет вид:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{L-a} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{L-a+a}{a*(L-a)} = \frac{1}{f}$$

Или

$$a*(L-a) = f \Rightarrow a*L - a^2 = f*L$$

Решаем квадратное уравнение

$$a^2 - a*L + f*L = 0$$

$$a^2 - 2*a*\frac{L}{2} + \frac{L^2}{4} - \frac{L^2}{4} + f*L = 0$$

$$\left(a - \frac{L}{2}\right)^2 = \frac{L^2 - 4*f*L}{4}, \text{ отсюда}$$

$$a_2 = \frac{L + \sqrt{L^2 - 4 * f * L}}{2}$$

$$a_1 = \frac{L - \sqrt{L^2 - 4 * f * L}}{2}$$

$$a_2 - a_1 = l = \sqrt{L^2 - 4 * f * L}$$

Возводим в квадрат:

$$l^2 = L^2 - 4 * f * L, \text{ отсюда}$$

$$4 * f * L = L^2 - l^2$$

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4 * l} = \frac{(L + l) * (L - l)}{4 * L} = \frac{1,2 * 0,6}{3,6} = 0,2$$

Это решение довольно громоздкое, но она показывает связь математики и физики.

Экспериментальная часть:

1. В данной задаче мы используем свечку в качестве источника света.
Расстояние от свечки до экрана $L=90\text{см}$ (рис. 36)



Рис. 36

2. Перемещая линзу, найдём первое четкое изображение пламени свечи



Рис. 37. Находим четкое изображение.

3. Измерим полученное расстояние от линзы, до изображения

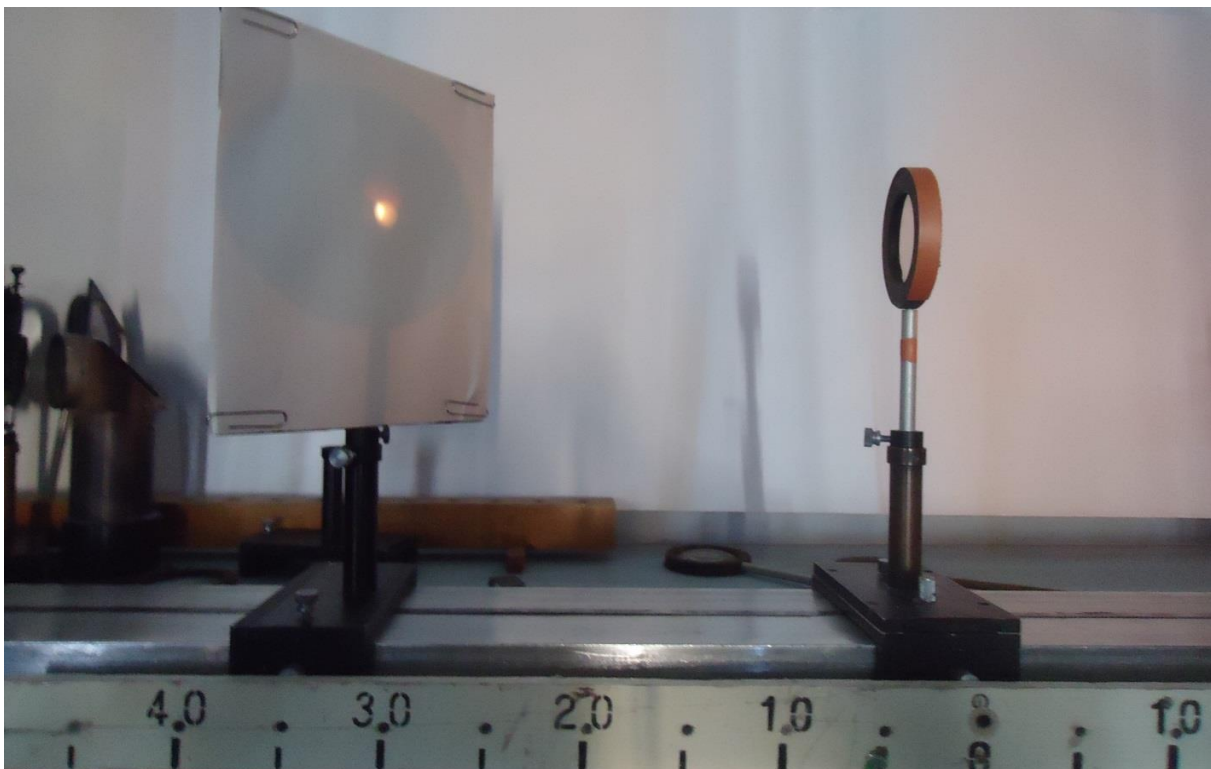


Рис. 38. Измеряем расстояние.

Результат: $a=35\text{см}$

4. Найдём второе изображение от линзы, путём её перемещения

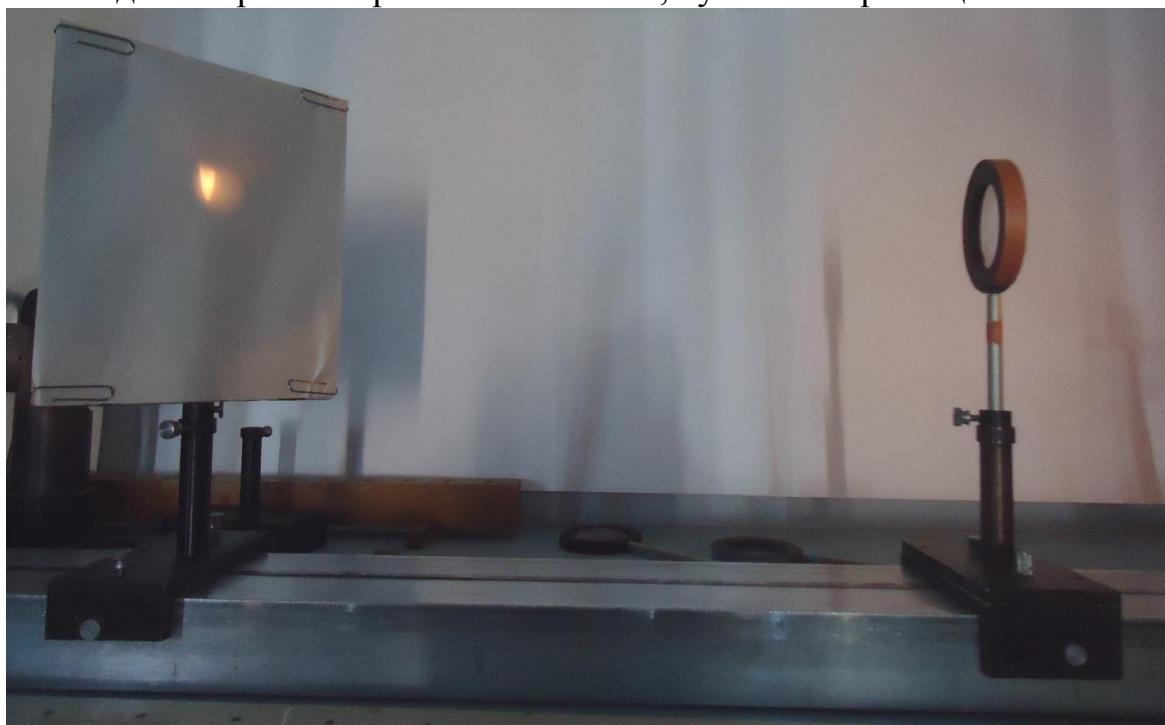


Рис. 39. Находим четкое изображение.

5. Измерим полученное расстояние от линзы, до изображения

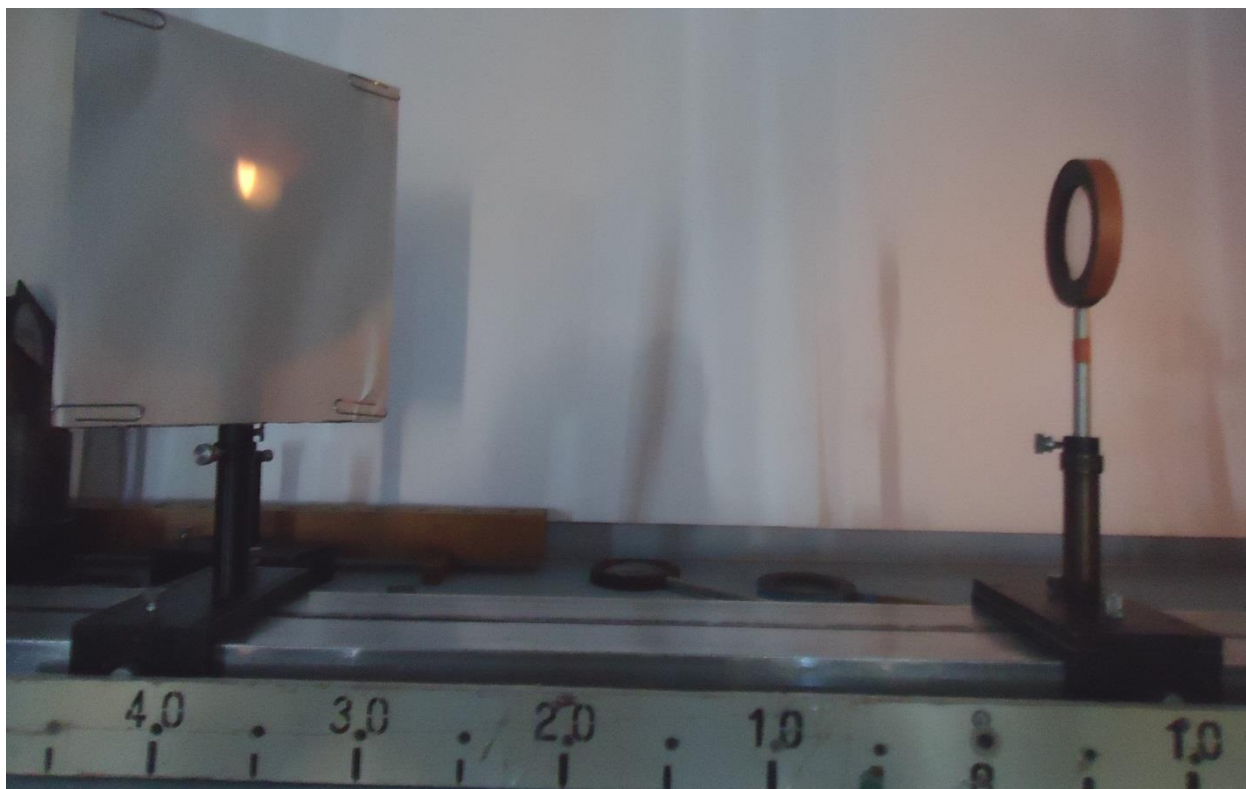


Рис. 40. Измеряем расстояние.

Результат: $a' = 53 \text{ см}$, следовательно, $l = a' - a = 53 \text{ см} - 35 \text{ см} = 18 \text{ см}$.

6. Используем полученную ранее формулу и найдём фокусное расстояние:

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4 * l} = \frac{(L + l) * (L - l)}{4 * L} = \frac{(90 + 18) * (90 - 18)}{4 * 90} = 21,6 \text{ см}$$

7. А теперь найдём фокусное расстояние линзы уже знакомым нам способом (рис. 41).

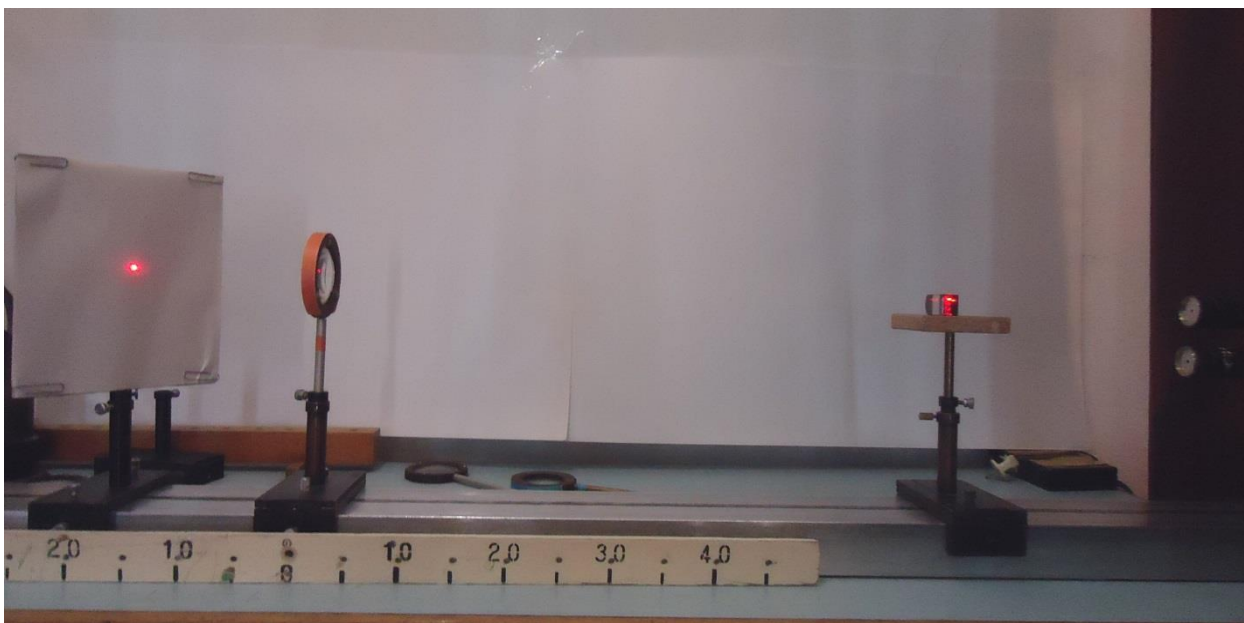
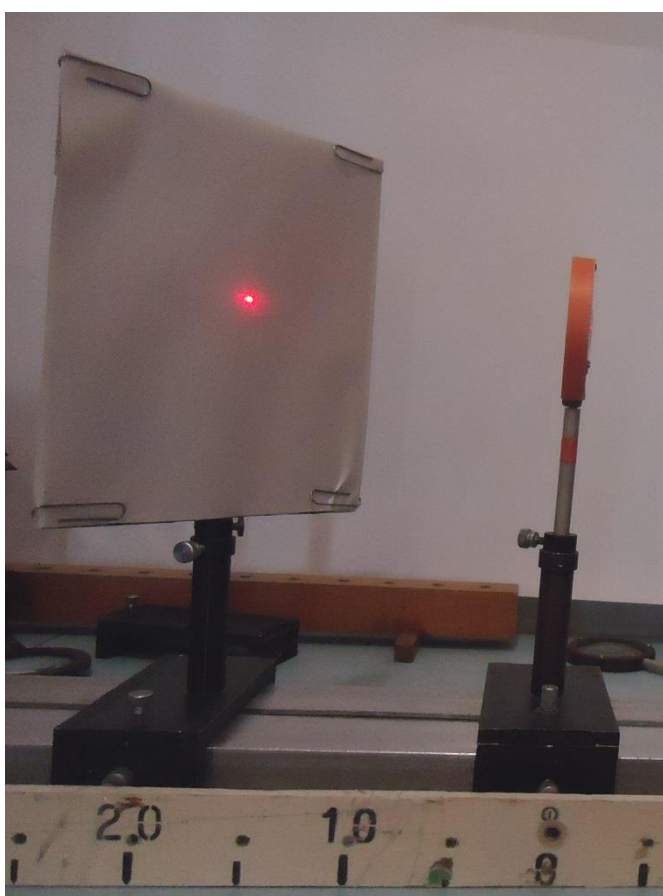


Рис. 41



Фокус $\sim 21,6$ см. Результат совпадает с теорией. Задача решена верно.

Рис. 42. Значение фокусного расстояния

5. Система состоит из двух одинаковых линз с общей оптической осью. Расстояние между линзами l , фокусное расстояние линз f . Найдите фокусное расстояние системы, если $l \ll f$ (из задачника О. Я. Савченко [1], №13.3.20).

Рисунок:

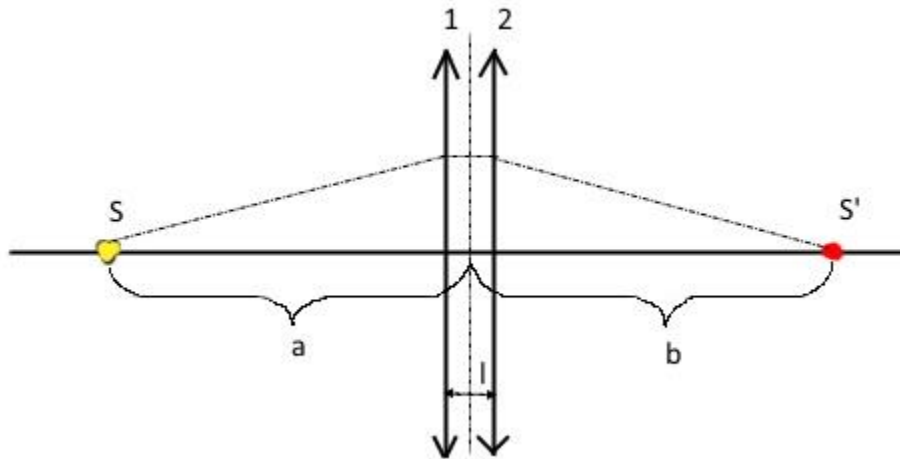


Рис.43. 1 – первая линза, 2 – вторая линза, a – расстояние от источника, до первой линзы, b – расстояние от второй линзы, до изображения, l – расстояние между линзами, S – источник света, S' – изображение источника.

Решение:

S – предмет (светящаяся точка), S' – изображение предмета.

Решаем относительно центра системы:

Формула линзы:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f_0}$$

$$\frac{1}{f + \frac{l}{2}} + \frac{1}{f + \frac{l}{2}} = \frac{1}{f_0}$$

$$\frac{2}{\left(f + \frac{l}{2}\right)} = \frac{1}{f_0} \Rightarrow f_0 = \frac{f}{2} + \frac{l}{4}$$

$$f_0 = \frac{f}{2} + \frac{l}{4} + \frac{l}{2} = \frac{f}{2} + \frac{3l}{4}, \text{ от первой линзы}$$

Экспериментальная часть:

1. Возьмём две линзы с одинаковым фокусным расстоянием. Получим четкое изображение свечки на экране.



Рис. 44. Находим расстояние между линзой и изображением.



Рис. 45. Находим расстояние между линзой и изображением.



Рис. 46. Находим расстояние между линзой и изображением.

2. Расстояние между линзой и изображением равно половине от фокусного расстояния.

$$f = \frac{a}{2} = \frac{29\text{см}}{2} = 14,5\text{см}$$

3. Соединим две линзы вместе. Расстояние между ними $l \sim 0,5\text{см}$



Рис. 47. Система из двух линз.



Рис. 48. Система из двух линз.

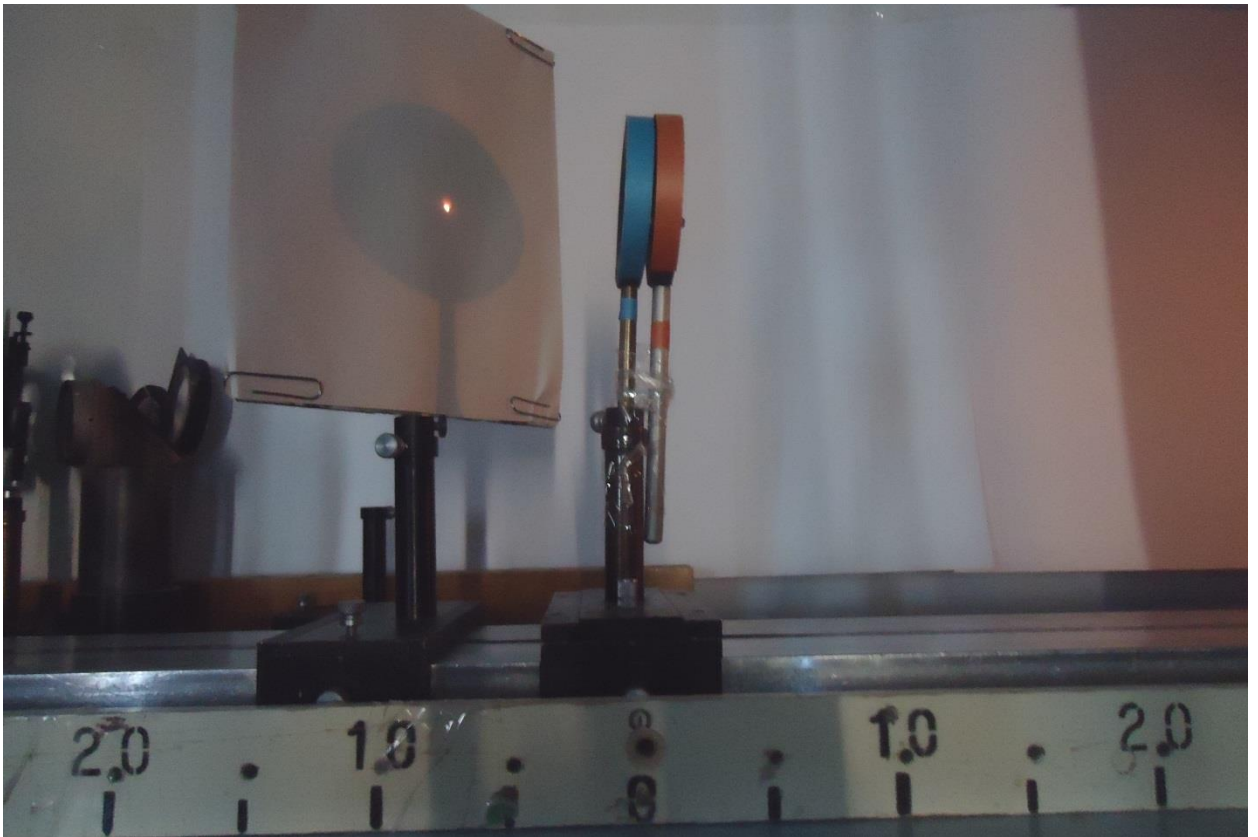


Рис. 49. Находим изображение от свечи

3. Найдём четкое изображение от свечи. Можно заметить, что оно уменьшилось. $a' = 14\text{ см}$, следовательно, $f' = \frac{a'}{2} = \frac{14\text{ см}}{2} = 7\text{ см}$

4. Проверим наш ответ:

$$f_0 = \frac{f}{2} + \frac{l}{4} + \frac{l}{2} = \frac{f}{2} + \frac{3l}{4} = \frac{14,5}{2} + \frac{3 \cdot 0,5}{4} \sim 7,5\text{ см}$$

Ответ может иметь небольшую погрешность.

Заключение:

Данная методика проверялась в школе №145, во время педагогической практики. Учащиеся проявляли большую заинтересованность к решению задач и особенно к их экспериментальной проверке. Они увидели, что физика, наука экспериментальная и что решение задач имеет может иметь практическое применение. Данную методику можно использовать не только в разделе оптики, но и в любом другом. Если подготовить оборудование для проверки задач заранее, то сама проверка занимает мало времени и даёт ряд преимуществ:

- заинтересованность учащихся;
- прямая связь теории и практики;
- наглядная проверка сложных задач, задач «со звездочкой».

Примечание:

Проверка дипломной работы на «антиплагиат» показала 82.3% оригинальности.

Библиографический список:

1. Савченко О.Я. Задачи по физике. М: Редакционно-издательский центр НГУ, 2008 г.
2. Усова А.В. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы. М: Просвещение, 1990 г.
3. Усова А.В., Орехов В. П. Методика преподавания физики в 8 – 10 классах средней школы. М.: Просвещение, 1980.
4. Пёрышкин А.В., Физика. Учебник для 8 класса. М: Дрофа, 2002 г.
5. Пёрышкин А.В., Гутник Е.М. Физика. Учебник для 9 класса. М: Дрофа, 2002 г.
6. Глазунов А. Т., Кабардин О. Ф., Малинин А. Н. Физика: Учеб. пособие для 11 кл. шк. и классов с углуб. изуч. физики; под ред. А. А. Пинского. М.: Просвещение.
7. Лансберг Г. С. Элементарный учебник физики. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. М: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1986.
8. И. В. Савельев. Курс общей физики. Книга 4. Волны. Оптика. М.: Наука. Физматлит, 1998.
9. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Оптика. М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1985.