



Республиканская физическая олимпиада 2021 год (Заключительный этап)

Экспериментальный тур

9 класс.

1. Полный комплект состоит из двух заданий, на выполнение каждого отводится два с половиной часа. Сдавать работу следует после выполнения обоих заданий. Задания могут быть не равноценными, поэтому ознакомьтесь с условиями обеих задач. Для вашего удобства в тексте вопросы, на которые Вы должны ответить, взяты в рамки.
2. Ознакомьтесь с перечнем оборудования – проверьте его наличие и работоспособность. При отсутствии оборудования или сомнения в его работоспособности немедленно обращайтесь к представителям оргкомитета.
3. При оформлении работы каждую задачу и каждую ее часть начните с новой страницы.
4. Все графики рекомендуем строить на листе миллиметровой бумаги, выданном для выполнения каждого задания. Обязательно пронумеруйте и озаглавьте все построенные графики.
5. Подписывать рабочие страницы и графики запрещается.
6. В ходе работы можете использовать ручки, карандаши, чертежные принадлежности, калькулятор.
7. Со всеми вопросами, связанными с условиями задач (но не с их решениями), обращайтесь к организаторам.

Вам необходимо самостоятельно собирать и настраивать экспериментальные установки. Если в условии задачи не приведены схемы установок, то в решении приведите их, укажите, какие величины и как вы измеряли.
Погрешности следует оценивать только в тех пунктах, где указано в условии задачи.

Желаем успехов в выполнении данных заданий!

Данный комплект заданий содержит:

- титульный лист (стр. 1);
- условия двух заданий (стр. 2-5).

Задача 9-1. Растяжимость пружин

Приборы и оборудование: Две пружины; динамометр 10 Н; линейка измерительная 50 см, шпилька металлическая с резьбой и двумя гайками, штатив.

В данной работе Вам необходимо экспериментально проверить справедливость закона Гука, а также исследовать различные типы соединения пружин.

Закон Гука утверждает, что сила упругости пружины пропорциональна ее деформации:

$$F = kx. \quad (1)$$

Коэффициент пропорциональности k в этой формуле называется жесткостью пружин.

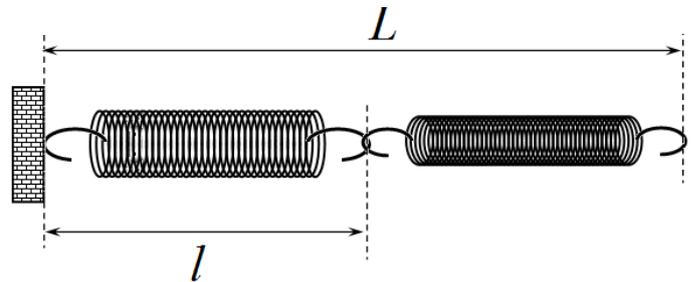
Задание 1.

- 1.1 Измерьте зависимости длины каждой пружины от приложенной к ней силы.
- 1.2 Постройте графики полученных зависимостей.
- 1.3 Укажите, выполняется ли закон Гука для выданных вам пружин.
- 1.4 Определите жесткости пружин, оцените погрешность найденных значений. Результаты приведите в системе СИ.

Далее расчет погрешностей не требуется!

Задание 2.

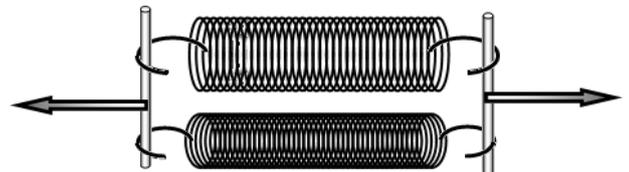
Соедините пружины последовательно, как показано на рисунке.



- 2.1 Измерьте зависимость длины первой l пружины от общей длины пружин L . Постройте график полученной зависимости. Определите коэффициент наклона данной зависимости.
- 2.2 Используя результаты, полученные ранее, получите теоретическое значение коэффициента наклона этой зависимости и сравните с экспериментальным значением.

Задание 3.

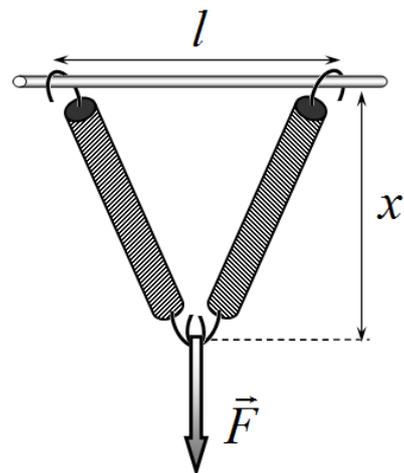
Соедините пружины параллельно.



- 3.1 Экспериментально покажите, что закон Гука выполняется и для «двойной» пружины.
- 3.2 Измерьте жесткость «двойной» пружины, сравните его с теоретическим значением.

Задание 4.

Закрепите пружины на металлической шпильке с помощью гаек, так чтобы они образовали в недеформированном состоянии равнобедренный треугольник с основанием $l \approx 18\text{см}$.



- 4.1. Измерьте зависимость отклонения вершины треугольника x от приложенной силы F (см. рисунок).
- 4.2 Постройте график полученной зависимости $x(F)$.
- 4.3 На этом же графике нанесите теоретические значения данной зависимости. Приведите формулы, по которым вы проводили расчеты теоретической зависимости.

Задача 9-2. Изображения

Приборы и оборудование: собирающая линза, плоское зеркало, экран, лампочка на подставке с источником питания, соединительные провода, мерная лента, линейка (30 – 40см), круговой транспортир (распечатанный на листе бумаги), скотч тонкий (для крепления на столе оборудования при необходимости).

Подсказка: Для тонкой собирающей линзы в случае $d > F$ справедливо соотношение

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \quad (1)$$

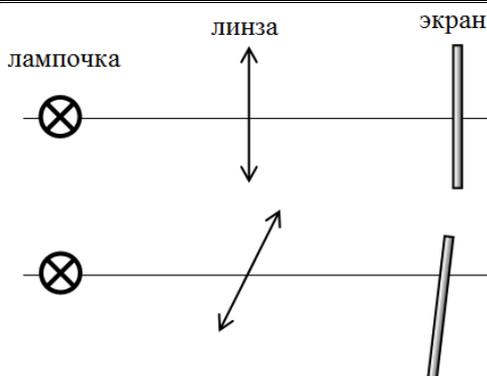
где F – фокусное расстояние линзы, d – расстояние от предмета до линзы, f – расстояние от линзы до экрана при чётком изображении.

Часть 1. Линза

1.1. Определите фокусное расстояние линзы F однократным прямым измерением. Кратко опишите (3 - 4) предложения как Вы это сделали.

1.2. Постройте изображение точечного источника света, расположенного на расстоянии $1,5F$ от линзы. На том же рисунке постройте изображение того же источника, если линзу повернуть относительно оптического центра на 30° . Для обоих случаев, используя рисунок, определите расстояния от оптического центра линзы до изображений на экране a_1 и a_2 .

Расположите вдоль главной оптической оси линзы зажженную лампочку, линзу и экран. Положите под линзу распечатанный на листе транспортир, так чтобы линза была в его центре. Расстояние между предметом и линзой установите $d = 1,5F$.



1.3 Перемещая экран, получите чёткое изображение предмета на экране. Поверните линзу на угол 30° относительно оси, проходящей через оптический центр линзы и перпендикулярной поверхности стола. Перемещая экран, получите чёткое изображение предмета на экране в данном случае. Укажите в работе положение линзы и экранов с четкими изображениями для двух проведенных вами экспериментов. Укажите геометрические характеристики расположения лампочки, линзы и экрана.

Укажите, в чём принципиальное отличие результатов, полученных в данном пункте и в п. 1.2. Дайте объяснение данным отличиям.

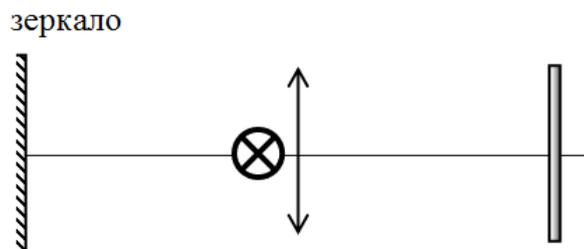
Расстояние между предметом и линзой установите $d = 1,25F$.

1.4 Исследуйте экспериментально зависимость $f(\alpha)$, где α – угол поворота линзы, f – расстояние от линзы до экрана при чётком изображении.

1.5. По экспериментальным данным получите уравнение зависимости $f(\sin\alpha)$. Постройте график этой зависимости.

Часть 2. Зеркало

Расположите вдоль главной оптической оси линзы зеркало, линзу и экран. Расстояние между зеркалом и линзой для первого наблюдения установите равное фокусному расстоянию F . Лампочку расположите в главной плоскости линзы как можно ближе к линзе. Включите лампочку. Перемещая экран, получите чёткое изображение предмета на экране.



2.1 Постройте изображение предмета в оптической системе «линза - зеркало» для описанного в данном пункте случая.

2.2. Пусть l – расстояние от зеркала до линзы, f – расстояние от линзы до экрана при чётком изображении. Используя подсказку, получите уравнение зависимости $f(l)$.

2.3. Исследуйте зависимость $f(l)$ экспериментально. Постройте график полученной зависимости.

2.4. Используя экспериментальные данные, полученные в п.2.3. определите интервал значений l , на котором будет выполняться зависимость, составленная Вами в п.2.2. Дайте объяснение полученным результатам.