



*А.И. Слободянюк
В.В. Барашков
Н.В. Козловский
К.Д. Сечко*



*Республиканская физическая
олимпиада 2014 года
(заключительный этап)*

Экспериментальный тур.

*Могилев
2014*

Условия задач

Задача 9-1 Пружинки

Приборы и оборудование: Штатив, линейка, 2 пружины различной жесткости, набор грузов.

Часть 1. Закон Гука.

- 1.1 Измерьте зависимости удлинения пружин от приложенной силы. Постройте графики полученных зависимостей.
- 1.2 На основании полученных данных укажите, выполняется ли для имеющихся пружин закон Гука

$$F = kx,$$

Ответ обоснуйте.

- 1.3 Определите коэффициенты жесткости обеих пружин. Не забудьте оценить погрешность.

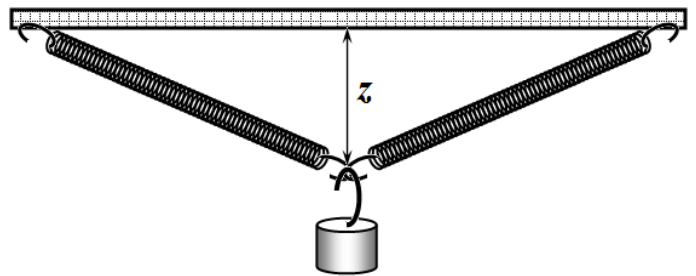
Часть 2. Параллельное соединение.

Подвесьте две пружины параллельно (в одно отверстие).

- 2.1 Измерьте зависимость удлинения сдвоенной пружины от приложенной силы. Постройте график полученной зависимости.
- 2.2 Используя полученные экспериментальные данные рассчитайте коэффициент жесткости сдвоенной пружины.
- 2.3 Используя данные, полученные в Части 1, рассчитайте теоретическое значение коэффициента жесткости сдвоенной пружины. Сравните его со значением, измеренным экспериментально.

Часть 3. «Перпендикулярное соединение»

Соедините и подвесьте пружинки, как показано на рисунке.



- 3.1 Измерьте зависимость вертикального смещения точки соединения пружин z от приложенной силы. Постройте график полученной зависимости.
- 3.2 Предложите простую формулу, позволяющую приближенно описать полученную зависимость.

Не старайтесь получить точную теоретическую зависимость, она слишком сложна!

Задача 9-2 Магнитные взаимодействия.

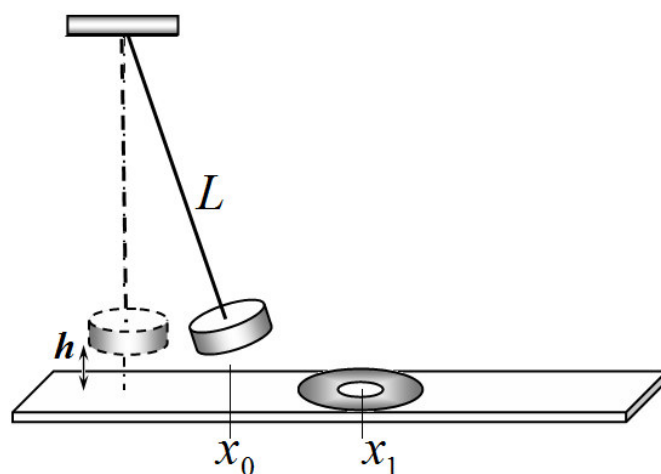
Приборы и оборудование: магнит на подвесе, штатив, железная шайба, линейка секундомер.

Для повышения устойчивости рекомендуем использовать бифилярный подвес.



Часть 1. Точка отрыва.

Подвесьте магнит над столом на некоторой высоте h . Под магнитом расположите металлическую шайбу. Если двигать шайбу по столу (или лучше по линейке), не далеко от магнита, то магнит отклоняется из-за притяжения к шайбе. При некотором положении шайбы магнит «отрывается» от шайбы и возвращается исходное положение.



1.1 Измерьте зависимость положения шайбы x_0 и отклонения магнита x_1 в момент «отрыва» от высоты подвески магнита h . Постройте графики полученных зависимостей.

1.2 Используя полученные данные, постройте график зависимости силы притяжения магнита и шайбы от расстояния между ними.

Считайте, что сила притяжения F направлена вдоль прямой, соединяющей центры шайбы и магнита. Приведите формулы, по которым вам удалось рассчитать эту силу. Единицей измерения силы считайте силу тяжести магнита – иными словами, вам необходимо найти отношения силы взаимодействия к силе тяжести $f = \frac{F}{mg}$.

Часть 2. Колебания.

Подвесьте магнит над плитой штатива на некоторой высоте h . При этом магнит будет притягиваться к плите.

2.1 Измерьте зависимость периода колебаний магнита от расстояния до плиты h . Постройте график полученной зависимости.

2.2 Используя формула для периода колебаний маятника (без магнитного притяжения)

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, рассчитайте зависимость силы притяжения от расстояния до плиты h .

Постройте график полученной зависимости.

Воспользуйтесь подсказками 1 части.

Задача 10-1 Резисторы и конденсаторы.

Вам должны быть хорошо известны законы параллельного и последовательного соединения резисторов и конденсаторов. А не пробовали ли Вы соединить параллельно конденсатор и резистор?

Приборы и оборудование: конденсатор емкостью 100 мкФ, два одинаковых резистора, мультиметр, ключ, батарейка 4,5 В, соединительные провода, секундомер.

***Строго соблюдайте полярность подключения конденсатора во всех измерениях!
Мультиметр используйте только в режиме измерения напряжения!***

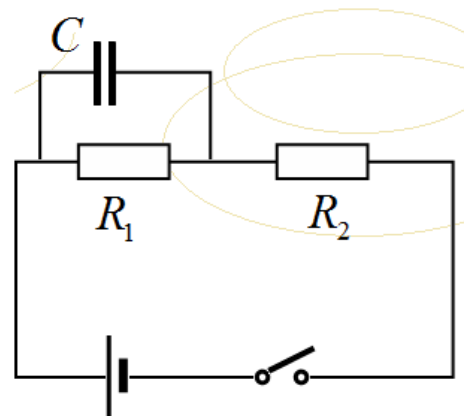
Часть 1. Время установления тока.

Соберите электрическую цепь, показанную на рисунке. При замыкании ключа, требуется некоторое время, чтобы в цепи установился постоянный ток.

1.1 Измерьте зависимости напряжения на резисторах R_1 и R_2 от времени при замыкании цепи.

Постройте графики полученных зависимостей.

1.2 Определите по этим графикам характерное время установления тока



Чтобы объяснить полученные зависимости вам необходимо провести дополнительные измерения. Не забудьте в каждом пункте нарисовать цепь, которая использовалась вами для измерений. После каждого измерения конденсатор следует разрядить.

Часть 2. Параметры элементов цепей.

2.1 Зарядите конденсатор, а затем разряжайте его через мультиметр, одновременно измеряя зависимость напряжения на конденсаторе от времени. Постройте график полученной зависимости.

2.2 Используя полученные данные, рассчитайте сопротивление мультиметра.

2.3 При напряжениях больше 3 В заметна разрядка конденсатора через самого себя (ток утечки). Оцените сопротивление конденсатора в при напряжении больше 3 В.

2.4 Измерьте зависимость напряжения на конденсаторе при его разрядке через резистор. Постройте график полученной зависимости. Рассчитайте сопротивление резистора.

Часть 3. Теоретическая.

3.1 Запишите уравнения, описывающие процесс установления тока в цепи, исследованной вами в части 1. Постройте примерные графики (теоретические) зависимостей напряжений на R_1 и R_2 от времени при замыкании цепи. Укажите характерные точки этих графиков. Рассчитайте характерное время установления тока. Сравните его с экспериментальным значением, полученным в части 1.

3.2 Укажите основные причины возможных расхождений между теоретически и экспериментальными данными.

Задача 10-2 Адиабатное и изотермическое сжатие

Оборудование: Шприц одноразовый 50 – 60 мл с ценой деления не более 1мл/дел, манометр с верхним пределом измерения 300-600 мм. рт. ст. и ценой деления 1 – 2 мм. рт. ст., трубка пластиковая длиной 3 – 5 см и внутренним диаметром $d=5\text{мм}$ для соединения манометра и шприца, термометр для определения температуры воздуха в кабинете, барометр (один на кабинет), линейка ученическая, штангенциркуль.

В данной задаче Вам предстоит исследовать процессы адиабатного и изотермического сжатия и определить силу трения поршня о стенки шприца.

Примечание. Температуру и давление атмосферного воздуха, при необходимости, Вы можете узнать у организаторов.

Адиабатный и изотермический процесс можно описать уравнением

$$pV^\gamma = \text{const}$$

где γ – показатель адиабаты. Для изотермического процесса $\gamma = 1$.

Часть 1. Адиабатное и изотермическое сжатие

1.1 Установите поршень шприца на отметке 50 мл. Соедините шприц с манометром с помощью пластиковой трубки. Соединение должно быть герметичным. Произведите сжатие воздуха в шприце, быстро переместив поршень на отметку 45 мл (или вблизи данной отметки), и одновременно наблюдайте за показаниями манометра. При достаточно быстром сжатии стрелка манометра сначала отклонится в диапазон 80 – 90мм.рт.ст., а затем опустится в область 70мм.рт.ст.

1.2 Укажите, какое из двух значений давления соответствует адиабатному процессу, а какое – изотермическому.

1.3 Получите экспериментальные данные зависимости давления воздуха в шприце от его объёма для: а) адиабатического сжатия, б) изотермического сжатия.

Примечание. Так как адиабатический процесс должен протекать очень быстро, то вы не сможете за один ход поршня получить значения давления и объёма для нескольких экспериментальных точек. Для получения параметров каждой экспериментальной точки Вам необходимо будет выполнять отдельное сжатие. Каждое сжатие начинайте с установки поршня на отметку 50мл. При исследовании адиабатического процесса, наибольшее сжатия выполняйте до отметки 36 мл.

Внимание!!! Очень важно!!!

При исследовании процессов сжатия нельзя допускать, чтобы стрелка манометра значительно выходила за верхний предел измерения. В противном случае для установки стрелки манометра на «ноль» необходима будет дополнительная коррекция, что затруднит Вам работу. Поэтому, при исследовании адиабатического процесса, наибольшее сжатия выполняйте до отметки 36 мл.

Задача 11-1 «Тахоманометр»

Если к висящей вертикально нити подвесить груз, то можно получить стоячие волны периодически ударяя по нити на определенном расстоянии от ее точки подвеса.

1. Исследуйте зависимость скорости распространения поперечных колебаний по нити от силы натяжения нити.

2. Исследуйте зависимость скорости распространения поперечных колебаний по нити от площади поперечного сечения нити.

3. Установив зависимость скорости распространения поперечных колебаний по нити от площади и силы натяжения нити, теоретически установите зависимость скорости распространения колебаний от плотности нити.

4. Проверьте результаты пункта №3 экспериментально, исследовав зависимость скорости распространения поперечных колебаний по резиновому шнуру от плотности резинового шнура.

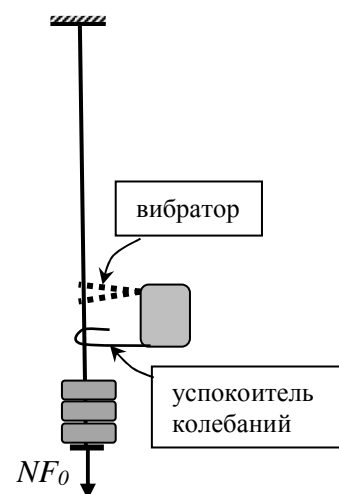
5. Включите моторчик, батарейку и реостат на 6 Ом последовательно. Частота вращения моторчика уменьшится.

Определите, на сколько процентов уменьшилась частота вращения моторчика.

Оборудование: штатив с держателем, тонкая нить для шитья (примерно 20 м), тонкая резиновая нить для шитья (примерно 0,5 м), мерная лента 1,5 м, гайка металлическая (8 штук по 10 грамм), батарейка на 4,5 В, электрический моторчик рассчитанный на рабочее напряжение 4,5 В, соединительные провода.

Примечание

При выполнении пункта №2 необходимо предложить методику изменения толщины нити такую, чтобы натяжение всех нитей было одинаково! Нити «сами» должны одинаково распределять нагрузку. **ВЫДАННУЮ ВАМ НИТЬ НЕ РВАТЬ!**



Задача 11-2. Получение изображений.

Приборы и оборудование: лазер на подставке с блоком питания, линза собирающая, линза рассеивающая, экран, набор экранов с отверстиями, набор штриховых изображений, пластилин (можно использовать как подставки и крепеж), линейка 40 см.

Часть 1. Линза.

Хорошо известно, что с помощью собирающей линзы можно получать действительное изображение на экране. Докажите, что это вам известно!

1. Измерьте фокусное расстояние линзы.
2. Измерьте зависимость расстояния от линзы до изображения от расстояния между предметом и линзой. Покажите графически, что эти расстояния связаны известной формулой линзы.
3. Оцените разрешающую способность линзы в зависимости расстояния между линзой и предметом. Постройте график полученной зависимости.

Под разрешающей способностью здесь понимается минимальное расстояние между точками предмета, которые четко разделяются на изображении.

Часть 2. Камера обскуры.

Оказывается, что небольшое отверстие также способно давать изображение.

Докажите это экспериментально. Получите с помощью отверстия изображение предмета на экране – такой «прибор» называют камерой обскуры.

2.1 Исследуйте зависимость увеличения камеры обскуры от расстояния между отверстием и экраном (при неизменном расстоянии от предмета до отверстия). Постройте график полученной зависимости. Дайте ей теоретическое обоснование.

2.2 Исследуйте зависимость разрешающей способности камеры обскуры от расстояния между отверстием и изображением. Измерения проведите для двух разных отверстий, дайте теоретическое объяснение полученных зависимостей.