

-1. Растяжимость пружин Приборы и оборудование

Условие

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.

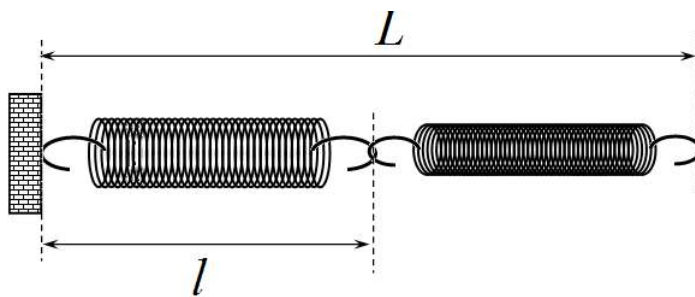
1.1 Измерьте зависимости длины каждой пружины от приложенной к ней силы. 1.2 Постройте графики полученных зависимостей. 1.3 Укажите, выполняется ли закон Гука для выданных вам пружин. 1.4 Определите жесткости пружин, оцените погрешность найденных значений. Результаты приведите в системе СИ.

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.

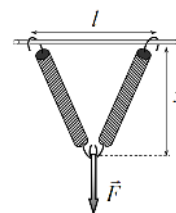
Соедините пружины параллельно.

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 $l \approx 18$ 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.



Решение

Задание 9-1. Разминка

Задача 1.1

1.1.1 В данном случае вода будет выкипать, до тех пор пока температура цилиндра не опустится до температуры кипения воды $t_0 = 100^\circ\text{C}$. Поэтому теплота, выделившаяся при остывании цилиндра полностью, поэтому уравнение теплового баланса в данном случае будет иметь вид:

$$c_2 m_2 \Delta t = L \Delta m_1. \quad (1)$$

Масса алюминиевого цилиндра равна

$$m_2 = \rho_2 V, \quad (2)$$

а массу испарившейся воды можно выразить через изменение высоты уровня воды

$$\Delta m_1 = \rho_1 S \Delta h_1. \quad (3)$$

Подставим эти выражения в уравнение (1):

$$c_2 \rho_2 V \Delta t = L \rho_1 S \Delta h_1. \quad (4)$$

Откуда находим, что уровень воды в сосуде понизится на величину

$$\Delta h_1 = \frac{c_2 \rho_2 V \Delta t}{L \rho_1 S}. \quad (5)$$

1.1.2 При заданных начальных условиях лед будет намерзать на цилиндр, а так плотность льда меньше плотности цилиндра, то уровень воды в сосуде будет повышаться. Уравнение теплового баланса в этом случае имеет вид

$$c_2 m_2 \Delta t = \lambda \Delta m_1. \quad (6)$$

Массу намерзшего льда в данном случае также можно выразить через изменение уровня воды в сосуде:

$$\frac{\Delta m_1}{\rho_3} - \frac{\Delta m_1}{\rho_1} = S \Delta h_2 \Rightarrow \Delta m_1 = S \Delta h_2 \frac{\rho_3 \rho_1}{\rho_1 - \rho_3}. \quad (7)$$

Подстановка этих значений в уравнение (6) дает

$$c_2 \rho_2 V \Delta t = \lambda S \Delta h_2 \frac{\rho_3 \rho_1}{\rho_1 - \rho_3}. \quad (8)$$

Отсюда находим повышение уровня воды

$$\Delta h_2 = \frac{c_2 \rho_2 V \Delta t}{\lambda S \rho_1} \frac{\rho_1 - \rho_3}{\rho_3}. \quad (9)$$

1.1.3 Отношение изменения высот равно

$$\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1} = \frac{L}{\lambda} \frac{1 - \frac{\rho_3}{\rho_1}}{\frac{\rho_3}{\rho_1}} \approx 7 \frac{0,1}{0,9} = 0,8 \quad (10)$$

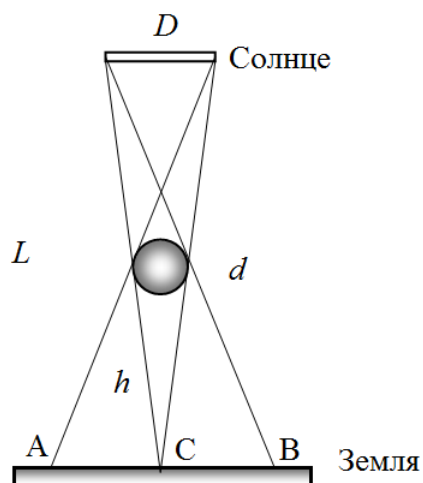
Теоретический тур. Вариант 2. 1

Задача 1.2

Нарисуем ход крайних лучей, идущих от краев Солнца и падающих на края шарика. Тогда внешние лучи указывают края полутени (AB), а внутренние – область полной тени (на рисунке это точка C)

1.2.1 Из рисунка следует, что область тени на земле исчезнет, если угловой размер шарика станет равным угловому размеру Солнца, т.е. при

$$\frac{d}{h} = \varphi \quad \Rightarrow \quad h = \frac{d}{\varphi} = \frac{10 \text{ м}}{\frac{\pi}{180} \frac{32'}{60'}} \approx 1,1 \text{ км.} \quad (1)$$



1.2.2 Построенный рисунок можно использовать и для вычисления размеров светового зайчика. Из построенного рисунка следует, что диаметр светового зайчика AB примерно (но с высокой точностью) равен

$$d_1 = h\varphi \quad (2)$$

Это же выражение можно получить, рассматривая отверстие, как точечное, тогда солнечный «зайчик» является изображением Солнца в камере-обскуре. Если высота определяется по формуле (1), то диаметр зайчика равен диаметру отверстия:

$$d_1 = d = 10 \text{ м.} \quad (3)$$

Теоретический тур. Вариант 2. 2