

Отчет.

Выполнил

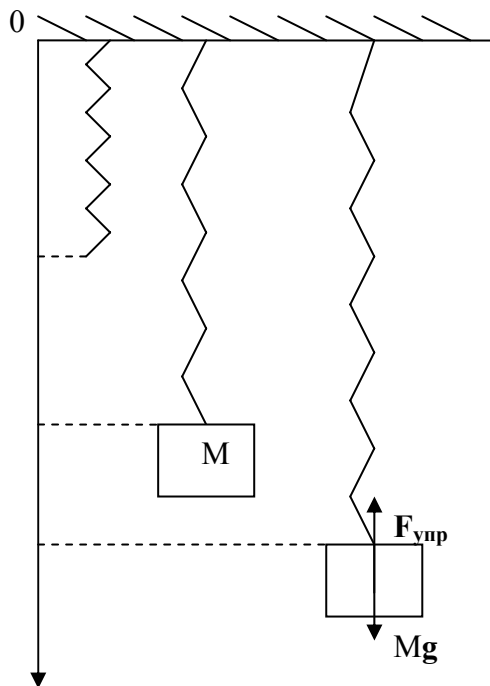
1) Цель работы

- а) Определение коэффициента жесткости пружины, измеряя для каждой из пружин ( $\Delta l$ ) с грузами различной массы  $M$ .
- б) Измерение периодов колебаний ( $T$ ) для каждой пружины с грузами различной массы.
- в) Вывод зависимости периода колебаний от амплитуды.
- г) Вывод зависимости амплитуды колебаний от времени.

2) Приборы и материалы

Набор пружин известной массы  $m$ , Набор грузов известной массы  $M$ , Штатив для закрепления пружин, Шкала для отсчета смещения конца пружины (абсолютная погрешность 0,5мм), Секундомер для измерения периода колебаний груза на пружине. (абсолютная погрешность 0,02 с)

3) Схема установки



4) Равновесное положение груза массы  $M$ , подвешенного на пружине определяется равенством величин: силы упругости  $k \cdot \Delta l$  и силы тяжести  $Mg$  (где  $k$  – коэффициент жесткости пружины, а  $\Delta l$  – ее удлинение от недеформированного положения).

Т.е.  $Mg = k \cdot \Delta l$ . Выведенный из положения равновесия груз колеблется около этого положения по синусоидальному (гармоническому) закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ . (Где  $x$  – смещение от положения равновесия,  $A$  – амплитуда колебаний,  $\omega$  - циклическая частота,  $\varphi$  - начальная фаза). Период колебаний вычисляется по формуле  $T = 2\pi / \omega$ ,  $A$  и  $\varphi$  определяются из начальных условий, т.е по значениям  $x$  и  $V_x = dx/dt$  в момент  $t = 0$ .

Если  $m \ll M$ , то имеет место равенство:

$Ma = F_{упр} + Mg$ . – из II закона Ньютона.

$$\text{оx: } Ma_x = -k(x + \Delta l) + Mg,$$

т.к.  $k \Delta l = Mg$ , получим  $Ma_x = -kx$ .

Учитывая, что  $a_x = x''$  имеем  $Mx'' + kx = 0$

$$x'' + (k/M)x = 0 \text{ – уравнение гармонического осциллятора.}$$

$$x'' + \omega^2 x = 0, \text{ где } \omega = \sqrt{k/M}, \text{ а } T = 2\pi\sqrt{M/k}.$$

5) Задания. (таблицы с результатами измерений см. в протоколе).

а) Измерение коэффициента жесткости  $k$  двух пружин.

Подвесим к каждой пружине сначала груз массой 0,1 кг, затем 0,2 кг и 0,3 кг. Для каждого случая измерим удлинение пружин.

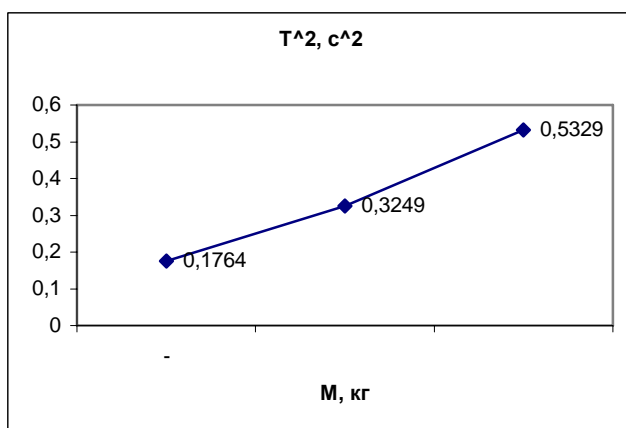
Получаем следующие средние значения коэффициентов жесткости пружин.

$$K_{cp1} = 27,65 \text{ н/м}$$

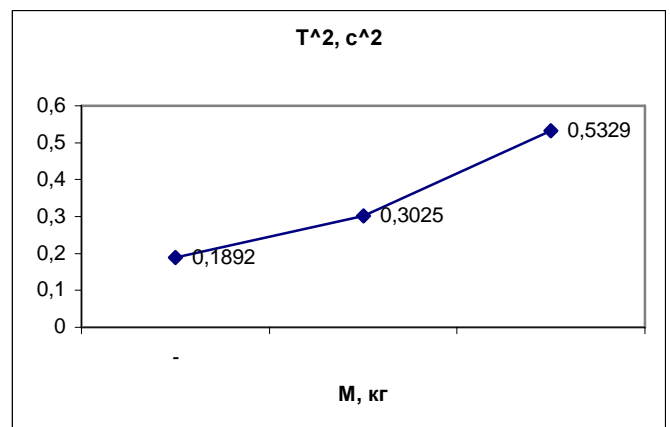
$$K_{cp2} = 21,46 \text{ н/м}$$

б) Измерение периода колебаний в зависимости от массы грузов.

1я пружина



2я пружина



Из графиков видно, что зависимость квадрата периода колебаний от амплитуды почти линейная (а с учетом погрешности – линейная).

в) Исследование зависимости периода от амплитуды, измерение и сравнение периодов малых, средних и больших амплитуд колебаний. Измерим время 10 полных колебаний при амплитуде равной 2 3 или 4 см для каждой из пружин при грузе массой 0,3 кг. Получаем, что (с учетом погрешностей) период колебаний одинаков при разных амплитудах. Таким образом, мы опытным путем установили, что период колебаний не зависит от амплитуды.

г) Изучение зависимости амплитуды колебаний от времени.

Зависимость амплитуды колебаний от времени должна быть экспоненциальной.

$$A = A_0 * e^{-\alpha t}$$

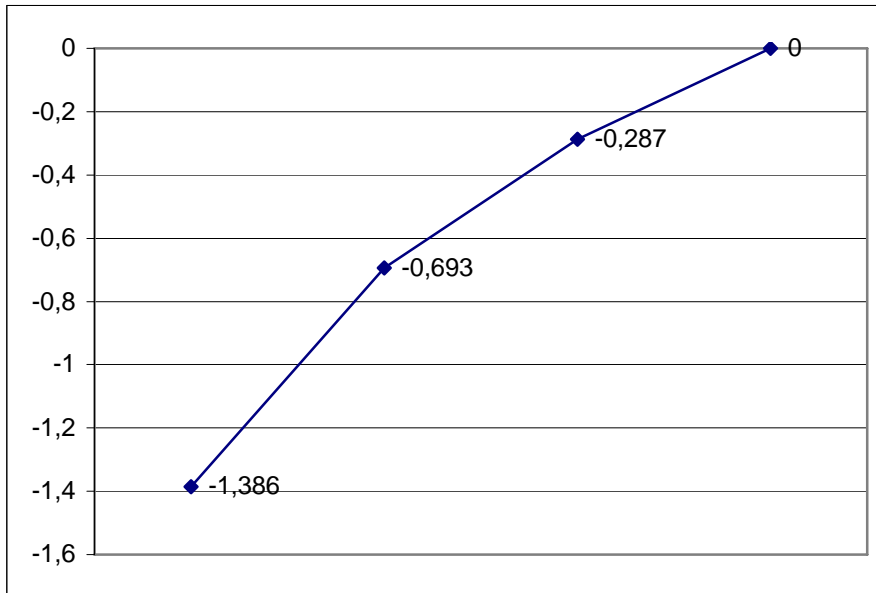
$$\ln(A/A_0) = \ln(A_0 * e^{-\alpha t})$$

$\ln(A/A_0) = -\alpha t$  (значит, если зависимость  $\ln(A/A_0)$  от времени – линейная, то зависимость  $A$  от  $t$  – экспоненциальная).

$$A/A_0 = 3/4 \Rightarrow -\alpha t = -0,287$$

$$A/A_0 = 1/2 \Rightarrow -\alpha t = -0,693$$

$$A/A_0 = 1/4 \Rightarrow -\alpha t = -1,386$$



Из графика видно, что зависимость  $-\alpha t$  (где  $\alpha$  - константа) от  $\ln(A/A_0)$  – линейная (с учетом погрешностей). А, значит, мы опытным путем пришли к тому, пришли к тому, что зависимость амплитуды от времени экспоненциальная.