

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

Цель работы – изучение зависимости частоты свободных колебаний пружинного маятника от массы груза, измерение добротности маятника.

Оборудование.

Набор грузов, цилиндрическая пружина, штатив с держателями, линейка, секундомер, пластиковый диск с отверстием посередине (CD-ROM), пластилин, липкая лента, полоска бумаги.

Методика эксперимента.

Груз, подвешенный на стальной пружине и выведенный из положения равновесия, совершает под действием силы тяжести и силы упругости пружины гармонические колебания. Собственная частота колебаний такого пружинного маятника определяется выражением

$$n_t = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1),$$

где k – жесткость пружины, m – масса груза.

Чтобы вычислить n_t , надо определить жесткость пружины, применяемой в лабораторной установке, и измерить массу груза. Затем, подвесив груз массой m на пружине, следует экспериментально проверить полученный теоретически результат.

Наличие сил трения (в частности, силы сопротивления воздуха) приводит затуханию колебаний маятника. Охарактеризовать колебательную систему с затуханием можно с помощью безразмерного параметра, называемого *добротностью*. В случае механических колебаний добротность равна

$$Q = \frac{F_{\text{упр max}}}{F_{\text{сопр max}}} \quad (2),$$

где $F_{\text{упр max}}$ – максимальное значение силы, возвращающей маятник к положению равновесия (достигается в точке максимального отклонения маятника), $F_{\text{сопр max}}$ – максимальное значение силы сопротивления (достигается в точке, где скорость движения груза максимальна, т.е. при прохождении положения равновесия).

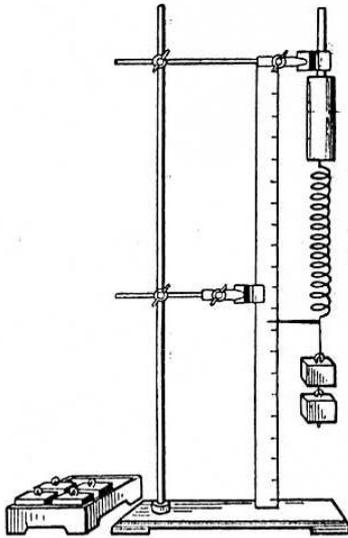
Чем выше добротность колебательной системы, тем медленнее происходит затухание колебаний. Можно показать, что добротность численно равна числу l ,

умноженному на количество колебаний N_e , совершаемых до тех пор, пока их амплитуда не уменьшится в $e \approx 2,718$ раз.

$$Q = p \cdot N_e \quad (3)$$

Подготовка и проведение работы, обработка результатов измерений.

1. Укрепите пружину в лапке штатива и подвесьте к ней груз массой **100 г**. Рядом с грузом укрепите линейку и отметьте начальное положение груза.
2. Подвесьте к пружине еще два таких же груза и измерьте удлинение пружины Δx , вызванное силой тяжести грузов. По измеренному удлинению и известной массе двух грузов вычислите жесткость пружины $k = mg / \Delta x$.
3. Зная жесткость пружины, по формуле (1) вычислите собственную частоту ν_t колебаний пружинного маятника массой **200 г** и **400 г**.
4. Выведите пружинный маятник из положения равновесия, сместив груз ($m = 200$ г) на 5 – 7 см вниз, и экспериментально определите частоту его колебаний ν_3 . Для этого измерьте интервал времени Δt , за которое маятник совершит $n = 20$ полных колебаний: $n_3 = n / \Delta t$.
5. Такие же измерения и вычисления выполните с маятником массой **400 г**.
6. Рассчитайте погрешности величин ν_t и ν_3 .
7. Липкой лентой укрепите на линейке полоску бумаги. На ней сделайте «нулевую» отметку, соответствующую положению равновесия маятника, и две пары отметок на расстояниях 2 см и $2 \cdot 2,718 \approx 5,4$ см выше и ниже положения равновесия.
8. Расположите верхний край груза маятника массой **200 г** против «нулевой» отметки. Затем сместите груз вниз на 6 – 7 см и отпустите. Отсчитайте число колебаний маятника, пока их амплитуда уменьшится от 5,4 см до 2 см, т.е. в e раз. По формуле (3) рассчитайте добротность маятника.
9. На верхней поверхности груза небольшим кусочком пластилина укрепите горизонтально пластиковый диск (крючок груза пропустите через отверстие в диске). Расположите «нулевую» отметку против края диска и повторите измерение добротности.
10. Повторите п.п. №8 и 9 для маятника массой **400 г**.
11. Результаты измерений и расчетов занесите в таблицу. Сделайте выводы.



Жесткость пружины			Расчет и измерение частоты колебаний						Определение добротности			
m , кг	Δx , м	k , Н/м	m , кг	ν_t , Гц	$\Delta \nu_t$, Гц	Δt , с	ν_3 , Гц	$\Delta \nu_3$, Гц	m , кг	N_e	Q	
0,2			0,2						0,2			
									0,2+CD			
			0,4							0,4		
										0,4+CD		