UE1050311

ПРОСТЫЕ ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение колебаний пружинного маятника с помощью ультразвукового датчика движения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Колебания пружинного маятника представляют собой классический пример простых гармонических колебаний. В этом опыте такие колебания регистрируются с помощью ультразвукового датчика движения, который определяет расстояние до подвешенного грузика маятника.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- **Регистрация зависимости гармонического колебания пружинного маятника от времени с помощью ультразвукового датчика движения.**
- **Определение периода колебания *T* при различных сочетаниях жесткости пружины *k* и массы *m*.**

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Набор цилиндрических пружин для демонстрации закона Гука	U40816
1	Набор гирь с прорезью, 10 x 10 г	U30031
1	Набор гирь с прорезью, 5 x 100 г	U30033
1	Основание стойки, треножник, размер 150 мм	U13270
1	Стойка из нержавеющей стали длиной 1000 мм	U15004
1	Зажим с крючком	U13252
1	Ультразвуковой датчик движения	U11361
1	Программное обеспечение 3B NET*lab*™	U11310
1	Прибор 3B NET*log*™ (230 В, 50/60 Гц)	U11300-230 или
	Прибор 3B NET*log*™ (115 В, 50/60 Гц)	U11300-115
1	Карманная рулетка длиной 2 м	U10073

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Колебания возникают, когда систему выводят из положения равновесия под действием силы, стремящейся вернуть систему в положение равновесия. Такое колебание называется простым гармоническим колебанием, если сила, возвращающая систему в положение равновесия, всегда пропорциональна отклонению из положения равновесия. Колебания пружинного маятника представляют собой классический пример такого колебания. Пропорциональность отклонения и силы, возвращающей систему в положение равновесия, описывается законом Гука.

UE1050311

Этот закон гласит, что взаимосвязь между отклонением x и силой, возвращающей систему в положение равновесия, F определяется выражением

(1) $$F = -k \cdot x$$

где k = жесткость пружины

В случае грузика массой m , подвешенного на пружине, справедливо следующее:

(2) $$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + k \cdot x = 0,$$

Это выражение справедливо, если можно пренебречь массой самой пружины и трением, которое может возникать.

В общем случае решения этого уравнения движения имеют вид:

(3) $$x(t) = A \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}} \cdot t + \varphi\right),$$

Это и будет проверено в данном опыте путем записи зависимости гармонических колебаний пружинного маятника от времени с помощью ультразвукового датчика движения и сопоставления полученных данных измерения с функцией синуса.

Ультразвуковой датчик движения определяет расстояние между ним и грузиком, подвешенным на пружине. За исключением смещения из нулевой точки, которое можно компенсировать путем калибровки, измерение напрямую соответствует переменой $x(t)$ в выражении 3.
Период колебания T определяется как интервал между двумя точками, в которых синусоида пересекает нулевую ось в одном направлении. Таким образом, из выражения (3) получаем, что период равен:

(4) $$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Чтобы проверить справедливость выражения (4), измерения проводятся для различных сочетаний массы m и жесткости пружины k, а период колебания определяется по точкам, в которых кривая, соответствующая данным измерения, пересекает нулевую ось.

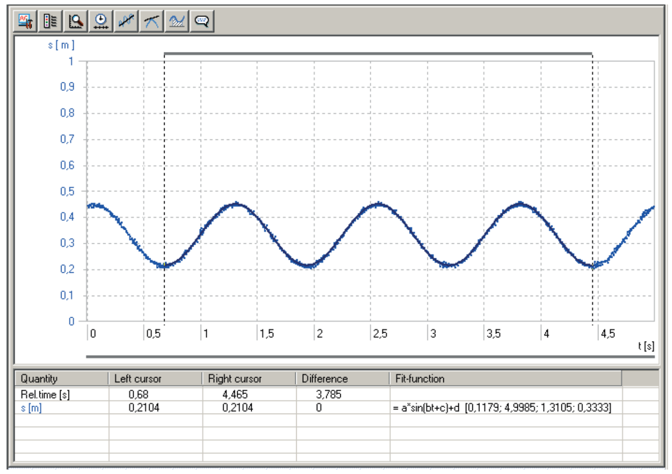

Рис. 1: записанные данные колебаний после согласования с синусоидой

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Из выражения 4 можно получить следующее:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} \cdot m$$

Соответственно, результаты измерений наносятся на график зависимости T^2 от m; при этом различные значения жесткости пружины k используются в качестве параметров. В пределах погрешности измерений результаты наносятся на прямую линию, проходящую через начало координат, наклон которой можно рассчитать с помощью второго графика.

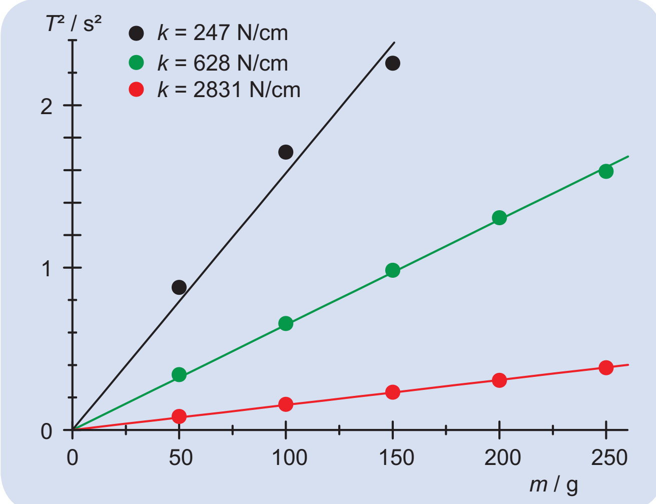

Рис. 2: зависимость T^2 от m

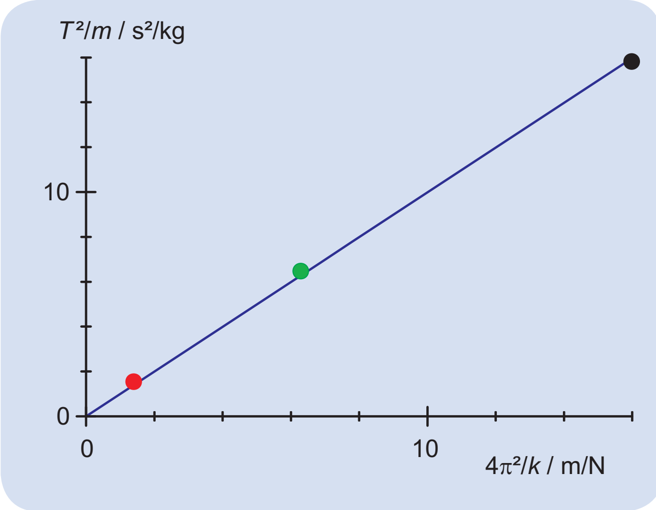

Рис. 3: зависимость $\frac{T^2}{m}$ от $\frac{4\pi^2}{k}$

www.3bscientific.ru, E-mail: sales.spb@3bscientific.com, тел. (812) 334-2223