


ЦЕЛЬ ОПЫТА

Вычисление локального ускорения свободного падения с помощью оборотного маятника

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Настроить конфигурацию оборотного маятника так, чтобы периоды колебаний были одинаковы для обеих точек подвеса.
- Определить период колебаний и рассчитать локальное ускорение свободного падения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Оборотный маятник – это специальная форма физического маятника. Он в состоянии колебаться относительно одной из двух точек подвеса и может быть настроен так, что период колебаний будет одинаков для обеих этих точек. Уменьшение длины маятника при этом соответствует расстоянию между двумя точками подвеса. Это облегчает определение локального ускорения свободного падения по периоду колебаний и уменьшенной длине маятника. Согласование оборотного маятника достигается за счет перемещения груза между точками подвеса в зависимости от обстоятельств в то время, когда большой противовес за пределами этой длины будет оставаться фиксированным.

ТРЕБУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Количество	Наименование	№ по каталогу
1	Оборотный маятник Катера	U8557170
1	Рамка с фотоэлементами	U11365
1	Цифровой счетчик (230 В, 50/60 Гц)	U8533341-230 или
	Цифровой счетчик (115 В, 50/60 Гц)	U8533341-115

Технические сведения об оборудовании изложены на сайте 3bscientific.com

1
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Оборотный маятник – это специальная форма физического маятника. Он в состоянии колебаться относительно одной из двух точек подвеса и может быть настроен так, что период колебаний будет одинаков для обеих этих точек. Уменьшение длины маятника при этом соответствует расстоянию между двумя точками подвеса. Это облегчает определение локального ускорения свободного падения по периоду колебаний и уменьшенной длине маятника.

Если физический маятник свободно колеблется относительно своего положения покоя с небольшим отклонением ϕ , уравнение его движения выглядит следующим образом:

$$(1) \quad \frac{J}{m \cdot s} \cdot \ddot{\phi} + g \cdot \phi = 0.$$

J : момент инерции относительно оси колебаний,
 g : ускорение свободного падения, m : масса маятника,
 s : расстояние между осью колебаний и центром тяжести

Уменьшенная длина физического маятника определяется по формуле

$$(2) \quad L = \frac{J}{m \cdot s}$$

Математический маятник этой длины колеблется с тем же периодом колебаний.

Теорема Штейнера дает нам следующий момент инерции:

$$(3) \quad J = J_s + m \cdot s^2$$

J_s : момент инерции относительно оси центра тяжести

Для оборотного маятника с двумя точками подвеса, разделенными расстоянием d , уменьшенные длины, которые следует задать, следовательно, будут такими

$$(4) \quad L_1 = \frac{J_s}{m \cdot s} + s \quad \text{и} \quad L_2 = \frac{J_s}{m \cdot (d - s)} + d - s$$

Они совпадают, если оборотный маятник имеет такую конфигурацию, что период колебаний одинаков для обеих точек подвеса. В этом случае справедливо следующее:

$$(5) \quad s = \frac{d}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \frac{J_s}{m}}$$

и

$$(6) \quad L_1 = L_2 = d.$$

В этом случае период колебаний T определяется по формуле

$$(7) \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{d}{g}}$$

В опыте согласование оборотного маятника осуществляется перемещением груза массой $m_2 = 1$ кг между точками подвеса в надлежащее место. Второй большой противовес массой $m_1 = 1,4$ кг крепится вне точек подвеса. Измерение периода колебаний выполняется электронным способом с помощью нижнего конца маятника, периодически прерывающего фотоэлектрический барьер. Таким способом измеряются периоды колебаний T_1 и T_2 , зависящие от уменьшенной длины маятника L_1 и L_2 , как функция положения x_2 груза m_2 .

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Две кривые, полученные в результате измерений, $T_1(x_2)$ и $T_2(x_2)$, пересекаются дважды при значении $T = T_1 = T_2$. Чтобы точно определить пересечения, следует выполнить интерполяцию между самими точками измерения. Ускорение свободного падения рассчитывается на основании измерений, как описано ниже:

$$g = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot d, \quad d = 0,8 \text{ м}$$

с относительной точностью 0,3 на тысячу.

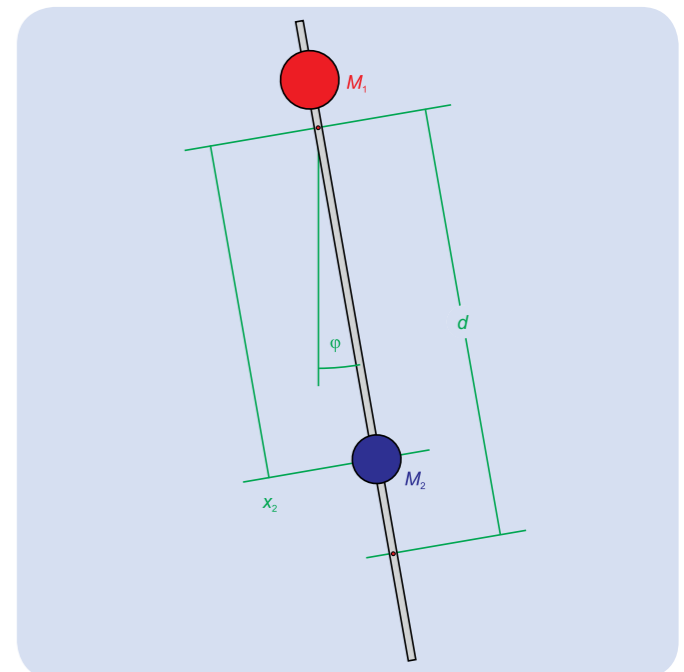
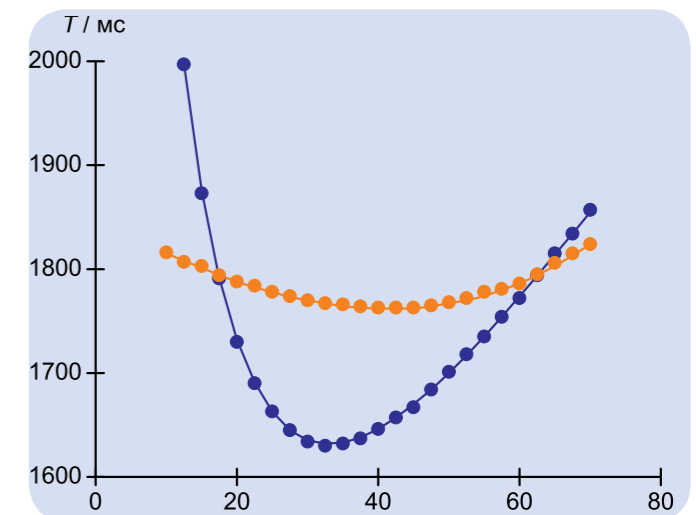


Рис. 1. Схема оборотного маятника


 Рис. 2. Измеренные периоды колебаний T_1 и T_2 как функция положения груза 2.