

Оборотный маятник Ускорение свободного падения считать равным

Условие

Задание 2. Оборотный маятник

Ускорение свободного падения считать равным $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

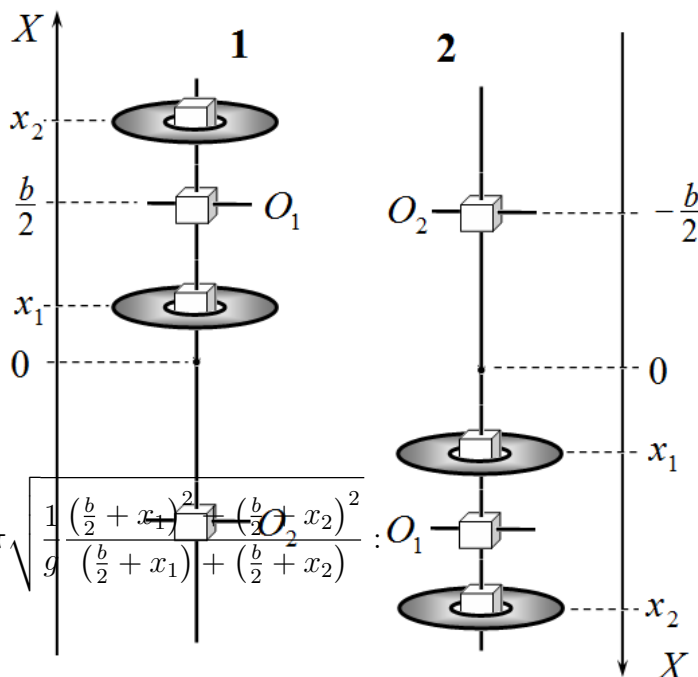
Приборы и оборудование: оборотный маятник, штатив, линейка, секундомер.

Оборотный маятник (маятник Бесселя) представляет собой тонкий стержень, на котором закреплены две оси O_1 и O_2 и два подвижных груза (металлические шайбы), которые можно перемещать по стержню. Маятник можно подвешивать в лапке штатива, так чтобы он свободно колебался на оси повеса в прямом (1) и перевернутом (2) положениях.

Оси должны быть расположены симметрично относительно центра стержня, расстояние между ними должно быть $b = 16$ см. Положения грузов задаются координатами x_1, x_2 , которые отсчитываются от центра стержня. Если пренебречь массами стержня и осей, а грузы считать материальными точками, то периоды колебаний маятника в прямом и перевернутом положении рассчитываются по формулам (их вывод не требуется)

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g} \frac{\left(\frac{b}{2} - x_1\right)^2 + \left(\frac{b}{2} - x_2\right)^2}{\left(\frac{b}{2} - x_1\right) + \left(\frac{b}{2} - x_2\right)}}; \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g} \frac{\left(\frac{b}{2} + x_1\right)^2 + \left(\frac{b}{2} + x_2\right)^2}{\left(\frac{b}{2} + x_1\right) + \left(\frac{b}{2} + x_2\right)}} \quad (1)$$

Приведенной длиной физического маятника l называется длина математического маятника, имеющего такой же период колебаний.



Часть 1. Теоретическая.

1.1 Получите уравнение для множества точек (x_1, x_2) , для которых приведена длина маятника в прямом положении постоянна и равна l_1 . На диаграмме (x_1, x_2) постройте это множество точек.

1.2 Получите уравнение для множества точек (x_1, x_2) , для которых приведена длина маятника в перевернутом положении постоянна и равна l_2 . На той же диаграмме (x_1, x_2) постройте это множество точек.

1.3 Постройте на диаграмме множество точек (x_1, x_2) , для которых приведенные длины маятника в прямом и перевернутом положениях постоянны одинаковы и равны l_0 . Укажите чему равна приведенная длина l_0 в этом случае.

Построения данной части выполняйте в тетради и схематически.

Часть 2. Экспериментальная.

2.1 Установите первый груз на середине стержня ($x_1 = 0$). Измерьте зависимости периодов колебаний маятника в прямом $T_1(x_2)$ и перевернутом положениях $T_2(x_2)$ в зависимости от координаты второго груза ($x_2 > \frac{b}{2}$). Постройте графики полученных зависимостей.

2.2 Используя полученные данные, определите значение координаты второго груза x_2^* , при которой периоды колебаний в прямом и перевернутом положении одинаковы. Определите период колебаний маятника T_0 в этом случае.

2.3 Рассчитайте значение приведенной длины маятника l_0 , когда периоды колебаний маятника в прямом и перевернутом положениях совпадают. Оцените погрешность найденного значения.

Часть 3. Сравнение.

3.1 Изменяя положение второго груза x_2 , экспериментально определите значения координаты первого груза x_1 при которых период колебаний маятника в прямом положении равен T_0 (найденному в п.2.2). При найденных значениях (x_1, x_2) измерьте значения периода колебаний маятника в перевернутом положении.

3.2 Постройте диаграмму найденных экспериментально точек (x_1, x_2) . Нанесите на нее рассчитанную в п. 1.3 теоретическую диаграмму.

3.3 Укажите возможные причины наблюдаемых различий.