

# Математический маятник 1

5 марта 2021 г.

## 1 Метод

Удобнее всего для измерения короткого периода колебаний воспользоваться методом рядов: измерять не один период, а несколько, идущих подряд, а затем делить на их количество  $N$ . Точное количество периодов зависит от того, насколько быстро затухают колебания, но обычно 5 - 10 колебаний дают достаточную точность.

$$T = \frac{T(N \text{ колебаний})}{N}$$

Угол же удобно измерять через его косинус, однако можно воспользоваться и просто транспортиром. Можно экспериментировать с маятником на фоне белого листа бумаги, на котором отмечена шкала высот, с которых запускается маятник. Чтобы затем определить угол запуска, нужно найти арккосинус (функция, обратная косинусу, на калькуляторах обычно обозначается как  $\cos^{-1}$ ) отношения разницы высот между точкой запуска и точкой подвеса и длины маятника:

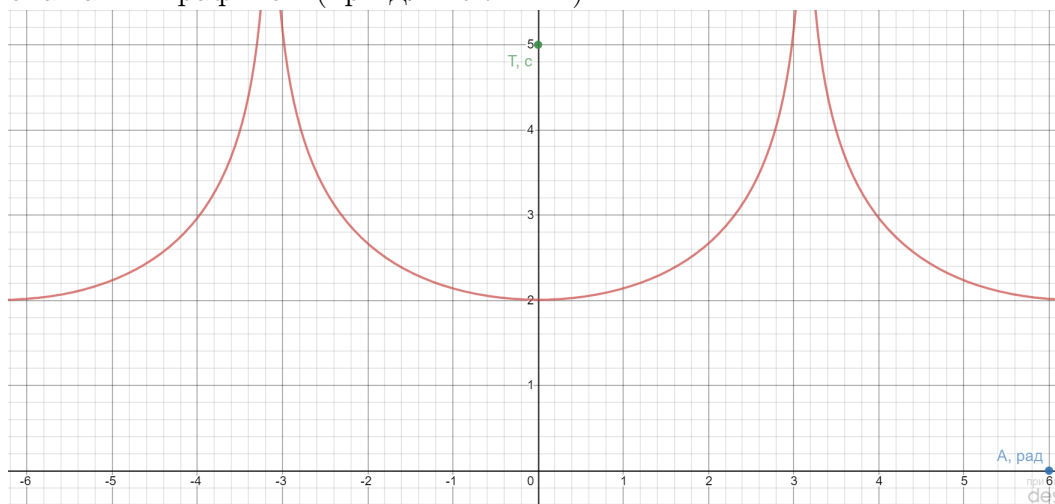
$$\theta = \arccos\left(\frac{\Delta h}{l}\right)$$

где  $l$  - длина подвеса,  $\Delta h$  - разница высот между точкой запуска и точкой подвеса. Таким образом, запуская маятник с разных уровней и записывая разницу высот и время  $N$  колебаний, можно снять зависимость  $T$  от  $\theta$ .

## 2 Сравнение с теорией

Данный эксперимент - открытая исследовательская задача, результат который может зависеть от многих параметров, и у неё нет единого правильного решения. Однако, результат всё же интересно сравнить с теоретически полученной зависимостью.

В школьной физике принято считать, что при малых амплитудах период равен  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  ( $l$  - длина подвеса,  $g$  - ускорение свободного падения) вне зависимости от начального угла, но фактически на широком диапазоне углов зависимость получается довольно сложная, и описывается она таким графиком (при длине  $l = 1\text{м}$ ):



Здесь  $A$  - амплитуда, то есть угол запуска, в радианах (1 радиан составляет примерно 59 градусов), а  $T$  - период колебаний в секундах. Обратите внимание, что при приближении угла к развёрнутому ( $\pi$  радиан) период устремляется к бесконечности.

Вы можете сравнить полученную экспериментальным путём зависимость с этим графиком и подумать, чем обусловлены отличия.