

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII
CHIȘINĂU, 17– 20, martie 2023

Экспериментальный тур ORF 2023,

12 класс

Задача

(20,0 б.)

Физический маятник

Цель работы:

Определение ускорения свободного падения, момента инерции, и периода колебаний физического маятника.

Приборы и аксессуары:

В вашем распоряжении следующее оборудование:

- A. Физический маятник с заданными на нем положениями (девять) оси вращения.
- B. Штатив с лапкой и осью вращения.
- C. Металлический цилиндр с ниткой.

Физическим маятником может служить твердое тело массы M произвольной формы, которое способно качаться вокруг неподвижной горизонтальной оси O на расстоянии l от центра масс. Положение маятника характеризуется углом отклонения ϕ от равновесия. Кинетическая энергия маятника $E_c = \frac{1}{2}I_O\dot{\phi}^2$, I_O – момент инерции относительно оси O . Потенциальная энергия маятника $E_p = Mgl(1 - \cos \phi) = \frac{1}{2}Mgl\phi^2$. Здесь g - ускорение свободного падения. По аналогии с математическим маятником

находим период колебаний $T_O = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \left(\frac{I_O}{Ml}\right)^{1/2} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \left(\frac{I_c + Ml^2}{Ml}\right)^{1/2}$ (1). Здесь I_c - момент инерции относительно оси параллельной оси вращения O , но проходящей через центр масс C . Математический маятник длины $l_k = l_O + I_c/Ml_O$ будет иметь тот же период T_O , что и физический (оборотный). Период колебаний физического маятника T_O не изменится, если подвес перенести из точки O в точку K . Рассмотрим два положения оси вращения маятника (l_1, l) при равных периодах колебаний $T(l_1) = T(l)$. Согласно уравнению (1) $(I_c + Ml^2)/Ml = (I_c + Ml_1^2)/Ml_1$. Следовательно получим $I_c(1/l - 1/l_1)/M = l_1 - l$, или $ll_1 = I_c/M$, (2). При замене точки подвеса на точку K меняются и расстояния до центра масс, но их произведение остается неизменным. Действительно, при переносе точки подвеса в точку K роль начального расстояния до центра масс играет l_1 , но $T(l_1) = T(l)$, $ll_1 = I_c/M$, а следовательно новая точка K совмещается со старой точкой O . Маятник – оборотный.

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare
OLIMPIADA REPUBLICANĂ LA FIZICĂ, EDIȚIA LVII
CHIȘINĂU, 17– 20, martie 2023

Экспериментальный тур ORF 2023,

12 класс

Експеримент и задачи:

I. Период колебаний физического маятника в зависимости от положения оси вращения.

a) Определите и укажите на маятнике и на его рисунке на листе ответов центр масс C . Определите величину l_0 для заданного на маятнике положения оси O и для всех других восьми положений оси вращения, смотри рисунок на листе ответов.

b) Опишите способ измерения периода колебаний физического маятника с помощью имеющихся у вас средств в единицах $\tau = T(l_0)$. Согласно формуле (1) функция $T(l)$, так же как парабола имеет экстремум. Используйте это в эксперименте.

c) Рассчитайте периоды колебаний $T(l)$ в единицах τ для всех заданных положений оси вращения и постройте график зависимости $T(l)/\tau$.

II. Определение ускорения свободного падения g .

a) Непосредственно на рисунке маятника на листе ответов отметьте **все** позиции оси вращения, для одного и того же периода колебаний $T_0 = T(l_0) = \tau$.

b) Полученные результаты для $T(l)/\tau$ позволяют определить величину $\sqrt{g/g_T}$ и, используя табличное значение ускорения свободного падения $g_T = 980,80 \text{ cm s}^{-2}$, найти g на широте Кишинева с помощью физического маятника.

c) Определите величину момента инерции маятника в единицах массы I_c/M .