## Отчёт о выполнении лабораторной работы 1.4.2

Определение ускорение свободного падения при помощи оборотного маятника.

**Цель работы:** определить величину ускорения свободного падения, пользуясь оборотным маятником.

**Оборудование:** оборотный маятник, счётчик числа колебаний, секундомер, штангенциркуль с пределом измерений 1 м.

## Теоретическая часть

**Свободное падение** — движение тела вблизи поверхности Земли, при котором можно не учитывать силы сопротивления, возникающие в среде, окружающей тело. Его величина определяется силой тяжести(1), действующей на тело и обозначается буквой g.

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} \tag{1}$$

Величина ускорения свободного падения неодинакова из-за неоднородности Земли. В меньшей степени на неё влияет притяжение других космических тел, потому что по сравнению с земным оно слишком мало.

Период колебания физического маятника определяется по формуле(2):

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mga}} \tag{2}$$

В данной работе величина ускорения свободного падения определяется при помощи оборотного маятника (Рис. 1).

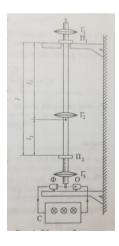


Рисунок 1: Оборотный маятник

Его преимущество перед физическим маятником заключается в неизменности периода колебаний при перемещении оси в центр масс. Применяемый в данной работе маятник состоит из стального стержня, на которой укреплены две однородные призмы  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Период колебаний маятника можно менять при помощи подвижных грузов  $\Gamma_1$ ,  $\Gamma_2$  и  $\Gamma_3$ .

По теореме Гюйгенса-Штейнера:

$$I_1 = I_0 + ml_1^2, I_2 = I_0 + ml_0^2$$
(3)

Отсюда:

$$T_1 = 2 \pi \sqrt{\frac{I_0 + m l_1^2}{mg l_1}}, T_2 = 2 \pi \sqrt{\frac{I_0 + m l_2^2}{mg l_2}}.$$
 (4)

Из этих равенств имеем:

$$T_1^2 g l_1 - T_2^2 g l_2 = 4 \pi^2 (l_1^2 - l_2^2),$$
 (5)

откуда

$$g = 4\pi^2 \frac{l_1^2 - l_2^2}{l_1 T_1^2 - l_2 T_2^2}. (6)$$

## Ход работы

Определим рабочий диапазон амплитуд. Отклоним маятник на угол  $\phi_1 \sim 10^\circ$  и за 100 колебаний определим T=1,51 c. Уменьшим  $\phi$  в полтора раза и аналогично найдём T`=T. Значит для опыта мы можем использовать любую амплитуду  $\phi$  , не превышающую  $\phi_1$  .

Определим влияние перемещения грузов на  $T_1$ ,  $T_2$  и  $|T_1 - T_2|$ . Полученные данные занесём в таблицу 1.

	T1, c	T2, c	T1-T2 , c
	1,512	1,491	0,021
Г1 к центру	1,508	1,485	0,023
Г2 к центру	1,504	1,465	0,039
Г3 от центра	1,532	1,519	0,013

Таблица 1: Влияние перемещения грузов на периоды и их разницу

Как мы видим на  $T_1$  большее влияние оказывает груз  $\Gamma 3$ , на  $T_2$  — груз  $\Gamma 2$ , а на разницу периодов  $\Gamma 3$ .

Изменяя положения грузов находим такое их положение, при котором  $T_1 \approx T_2$ ,  $T_1 = 1,553 \, c$  ,  $T_2 = 1,541 \, c$  . В этом случае L = 598,9 мм,  $l_1 = 355,5$  мм,  $l_2 = 243,6$  мм. По формуле 6 находим g = 9,489 м/ $c^2$ .

Оценим погрешность этого значения. Для этого введём Т<sub>0</sub>:

$$T_0 = \sqrt{\frac{4 L \pi}{g}} = 0.89 c. \tag{7}$$

Погрешность измерения времени  $T_1 = T_2 = T$  равна  $\sigma T = 0.01 c$  . Отсюда:

$$\sigma T_0 \approx \sigma T \frac{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}}{l_1 - l_2} = 0.039 c.$$
 (8)

Найдём погрешность определения g, зная, что  $\sigma L = 10^{-4} \, \mathrm{M}$  :

$$\sigma g = g \sqrt{\left(\frac{\sigma L}{L}\right)^2 + 4\left(\frac{\sigma T_0}{T_0}\right)^2} = 0.832 \frac{M}{c^2}$$
 (9)

## Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы было найдено значение ускорения свободного падения при помощи оборотного маятника. Оно оказалось равным  $g=(9,489\pm0,832)\frac{M}{c^2}$  , что соответствует известным данным.