



Лабораторная работа №3 Баллистический маятник

Хафизов Фанис

15 декабря 2019 г.

1 Цель работы

Цель данной работы заключается в изучении законов сохранения количества движения и полной механической энергии и их применении при решении практических задач.

2 Схема установки



Лабораторный стенд включает направляющую трубу 1 для фиксации траектории движения шарика, баллистический маятник с конусом-уловителем 2, датчик угла отклонения маятника 3 на его оси, оптический датчик 4 для определения скорости вылета шарика. К приборам и принадлежностям относятся также компьютер с необходимым программным обеспечением, концентратор для подключения датчика к компьютеру и металлический шарик.

3 Порядок действий

- 1) Соберем экспериментальную установку.
- 2) Запустим измерения на компьютере и отпустим шарик в трубу.

- 3) После отклонения на максимальный угол остановим измерения.
- 4) Повторим эксперимент еще 4 раза.

4 Таблицы данных и графики

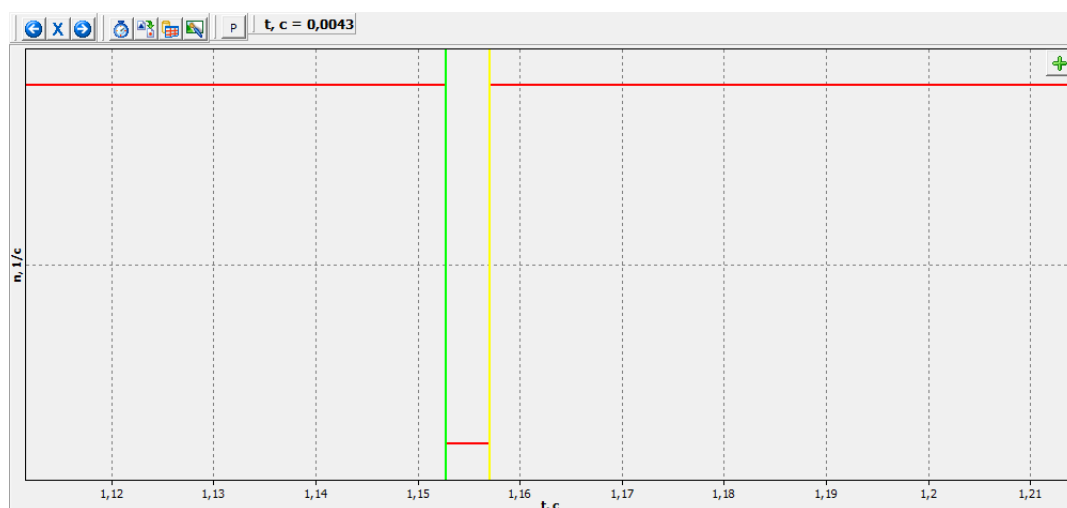


Рис. 1: График перекрытия оптического датчика

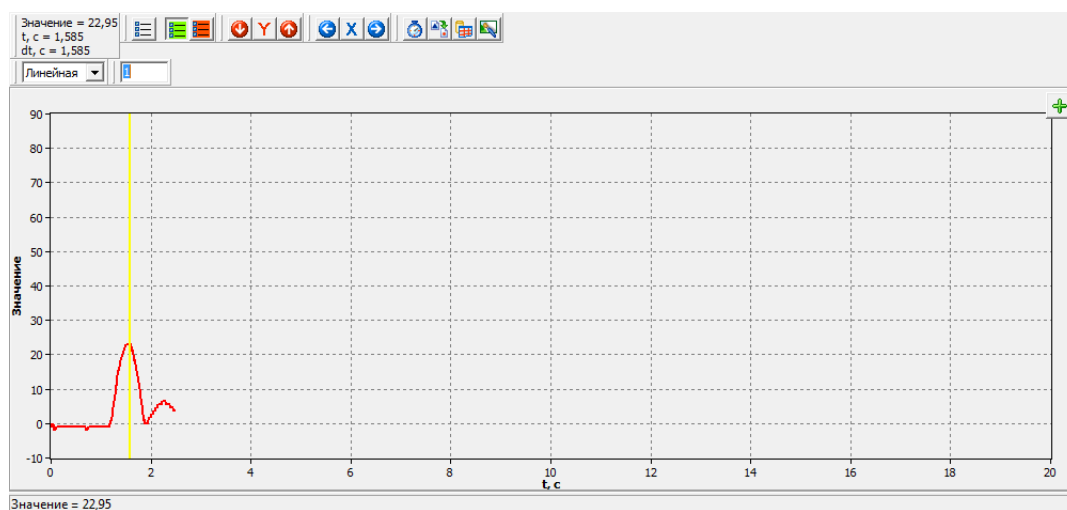


Рис. 2: График зависимости угла отклонения маятника от времени

$m, \text{ г}$	$d, \text{ мм}$	$M, \text{ г}$	$m_{ct}, \text{ г}$	$l, \text{ мм}$
$24 \pm 0,1$	$18,3$	$55 \pm 0,1$	$34 \pm 0,1$	$509,5 \pm 0,5$

Таблица 1:

i	$t_{imp}, \text{ с}$	$v_{iopt}, \text{ м/с}$	$\bar{v}_{opt}, \text{ м/с}$	$\varphi_{imax}, \text{ град}$	$v_{ibm}, \text{ м/с}$	$\bar{v}_{bm}, \text{ м/с}$
1	0,0041	4,46	4,604	22,04	3,315	3,482
2	0,0040	4,58		22,04	3,315	
3	0,0038	4,82		23,87	3,586	
4	0,0040	4,58		22,95	3,598	
5	0,0040	4,58		22,95	3,598	

Таблица 2: Результаты измерений

5 Расчеты

$$\begin{aligned}
v_{opt} &= \frac{d}{t_{imp}} \\
v_{bm} &= \frac{1}{m} \sqrt{(m + M + \frac{m_{st}}{2})(m + M + \frac{m_{st}}{2})2gl(1 - \cos\varphi_{max})} \\
\bar{v} &= \frac{\sum_{i=1}^5 v_i}{5} \\
\Delta v_{opt} &= 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (v_i - \bar{v})}{5}} + \bar{v} \cdot \varepsilon_v = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (v_i - \bar{v})}{5}} + \bar{v} \frac{\Delta t}{t} = 2 \cdot 0,12 + 4,6 \cdot \frac{0,0001}{0,004} = 0,355 \\
\Delta v_{bm} &= 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (v_i - \bar{v})}{5}} + \bar{v} \cdot \varepsilon_v = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (v_i - \bar{v})}{5}} + \bar{v} \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta m + \Delta M + \Delta m_{st}/2}{m + M + m_{st}/2} + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. \frac{\Delta m + \Delta M + \Delta m_{st}/3}{m + M + m_{st}/2} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \cos\varphi_{max}}{1 - \cos\varphi_{max}} \right) \right) = 0,305 \\
\delta v_{opt} &= \frac{\Delta v}{v} = \frac{0,355}{4,604} = 0,08 \\
\delta v_{bm} &= \frac{\Delta v}{v} = \frac{0,305}{3,482} = 0,09
\end{aligned}$$

6 Результаты

$$\begin{aligned}
v_{opt} &= (4,604 \pm 0,355) \text{ м/с}, \delta v_{opt} = 8\% \\
v_{bm} &= (3,482 \pm 0,305) \text{ м/с}, \delta v_{bm} = 9\%
\end{aligned}$$

7 Вывод

Полученные значения отличаются, несмотря на то, что в обоих экспериментах относительная погрешность меньше 10%. Это можно объяснить тем, что оптический датчик сложно установить так, чтобы шарик перекрывал его всем диаметром, а не частью, поэтому более точным методом является баллистический.